



TUGAS AKHIR - RP141501

**ARAHAN PENYEDIAAN RUANG TERBUKA HIJAU
UNTUK MENYERAP EMISI CO₂ KENDARAAN
BERMOTOR DI SURABAYA (STUDI KASUS:
KORIDOR JALAN TANDES HINGGA BENOWO)**

AFRIZAL MA'ARIF
3612 100 035

Dosen Pembimbing
Rulli Pratiwi Swtiawan, ST., M.Sc.

JURUSAN PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT - RP141501

GUIDELINES OF URBAN GREEN SPACE PROVISION TO ABSORB CO₂ EMISSIONS FROM MOTORIZED VEHICLE IN SURABAYA (CASE STUDY: CORRIDOR OF TANDES - BENOWO)

AFRIZAL MA'ARIF
3612 100 035

Advisor
Rulli Pratiwi Setiawan, ST., M.Sc.

DEPARTMENT OF URBAN AND REGIONAL PLANNING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016

LEMBAR PENGESAHAN

ARAHAN PENYEDIAAN RUANG TERBUKA HIJAU UNTUK MENYERAP EMISI CO₂ KENDARAAN BERMOTOR DI SURABAYA (STUDI KASUS: KORIDOR JALAN TANDES HINGGA BENOWO)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

AFRIZAL MA'ARIF
NRP. 3612100035

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:



Rulli Pratiwi Setiawan, ST., M.Sc.
NIP. 197906032008122004

SURABAYA, JULI 2016



ARAHAN PENYEDIAAN RUANG TERBUKA HIJAU UNTUK MENYERAP EMISI CO₂ KENDARAAN BERMOTOR DI SURABAYA (STUDI KASUS: KORIDOR JALAN TANDES HINGGA BENOWO)

Nama : Afrizal Ma'arif
NRP : 3612100035
Jurusan : Perencanaan Wilayah dan Kota, FTSP – ITS
Pembimbing : Rulli Pratiwi Setiawan, ST., M.Sc.

Abstrak

Ruang Terbuka Hijau (RTH) memiliki fungsi krusial dalam kehidupan di perkotaan, yaitu sebagai pembersih udara yang sangat efektif, terutama untuk menyerap emisi CO₂ dari kendaraan bermotor. Surabaya sebagai kota niaga memiliki arus pergerakan orang barang dan jasa yang tinggi, salah satunya di koridor Jalan Tandes – Benowo. Jalan ini merupakan salah satu akses utama dari Surabaya barat ke pusat kota dan sebaliknya sehingga seringkali jalan ini ramai dipadati oleh berbagai jenis kendaraan bermotor. Jumlah kendaraan bermotor yang banyak ini tentunya menimbulkan akumulasi emisi CO₂ yang besar di lokasi studi. Emisi CO₂ dalam jumlah besar ini menimbulkan banyak kerugian bagi manusia dan lingkungan. Sebuah solusi diperlukan agar permasalahan yang ditimbulkan oleh emisi CO₂ kendaraan bermotor ini dapat diatasi dengan baik.

Studi ini bertujuan untuk merumuskan arahan penyediaan RTH guna menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor di kawasan studi. Terdapat beberapa sasaran yang perlu dicapai yaitu; menghitung jumlah Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) di koridor studi. Selanjutnya setelah diketahui jumlah LHR, dilakukan perhitungan emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dengan bantuan perangkat lunak Mobilev. Setelah diketahui timbulan emisi CO₂ kendaraan bermotor yang dihasilkan, selanjutnya dihitung kebutuhan minimal dan arahan penyediaan RTH untuk menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor di kawasan studi.

Berdasarkan hasil perhitungan, terdapat 248,00 kg CO₂ dihasilkan oleh kendaraan bermotor per jam-nya pada jam puncak. Dengan timbulan emisi CO₂ sedemikian rupa, RTH publik eksisting di kawasan studi dapat menyerap sebesar 39,87 kg CO₂. Untuk menyerap sisa emisi CO₂ yang ada, diperlukan penyediaan 1,60 hektare lahan untuk RTH baru. Terdapat beberapa lahan potensial di kawasan studi untuk dijadikan RTH berupa hutan kota, taman kota dan jalur hijau jalan.

Kata Kunci: *RTH, CO₂, kendaraan bermotor, vegetasi, pohon*

GUIDELINES OF URBAN GREEN SPACE PROVISION TO ABSORB CO₂ EMISSIONS FROM MOTORIZED VEHICLE IN SURABAYA (CASE STUDY: CORRIDOR OF TANDES – BENOWO)

Name : Afrizal Ma'arif
NRP : 3612100035
Field Study : Urban and Regional Planning, FTSP – ITS
Advisor : Rulli Pratiwi Setiawan, ST., M.Sc.

Abstract

Urban green space possesses critical role in the urban life as a highly effective air purifier, especially in purifying CO₂ emissions from motorized vehicle. Surabaya as business city has huge number in the mobility of people and goods, for example in the corridor of Tandes – Benowo. This corridor plays an important role to connect the west part of the city to the centre and vice versa. Thus, the corridor is always crowded by vehicles. The huge amount of vehicle has caused a great number of CO₂ accumulations and has brought negative impacts on human and environment. Solutions are required to overcome the problems caused by CO₂ emissions from motorized vehicles.

This study aims to formulate referrals of urban green space provisions to absorb CO₂ emissions from motorized vehicles. In order to achieve the main goal, there are three objectives that needed to be accomplished early, those are: 1) Counting up Average Daily Traffic (ADT) in the corridor of Tnades – Benowo. 2) Calculating the total CO₂ emissions from motorized vehicles using Mobilev software. 3) Calculating the needs for urban green space and formulating the referrals of urban green space provision in corridor Tandes – Benowo.

The result shows that there are 248 kilograms of CO₂ emissions from motorized vehicles in the peak hour. From the existing public parks nearby the corridor could absorb 39,87 kilograms of CO₂. In order to absorb the rest of CO₂ emissions, it is required 1,60 hectares land for the development of new urban green spaces. There are several potential lands nearby the corridor that might be used for the new development of urban green spaces. The new urban green spaces are recommended in the form of urban forest, public parks and green lane in the road.

Keywords: urban green space, CO₂, motorized vehicles, vegetation

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan dan Sasaran.....	4
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah	4
1.4.2 Ruang Lingkup Pembahasan	5
1.4.3 Ruang Lingkup Substansi	9
1.5 Manfaat Penelitian	9
1.6. Sistematika Penulisan	9
1.7 Kerangka Pemikiran Penelitian	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1 Lalu Lintas Kendaraan.....	13
2.1.1 Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT).....	13
2.1.2 Lalu Lintas Harian Rata-Rata.....	13
2.2 Perhitungan Emisi Kendaraan	15

2.3	Ruang Terbuka Hijau Perkotaan.....	20
2.3.1	Tipologi Ruang Terbuka Hijau.....	20
2.3.2	Fungsi dan Manfaat Ruang Terbuka Hijau	22
2.3.3	Jenis-Jenis Tanaman	25
2.3.4	Kemampuan Penyerapan Tanaman Terhadap Polutan 27	
2.4	Sintesa Tinjauan Pustaka.....	30
BAB III METODE PENELITIAN.....		33
3.1	Pendekatan Penelitian	33
3.2	Jenis Penelitian	33
3.3	Variabel dan Definisi Operasional	35
3.4	Metode Pengambilan Sampel	36
3.5	Metode Penelitian	37
3.5.1	Metode Pengumpulan Data	37
3.5.2	Metode Analisa.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		51
4.1	Gambaran Umum Wilayah.....	51
4.1.1	Penggunaan Lahan di Koridor Tandes – Benowo Surabaya ..	51
4.1.2	Karakteristik Umum Lalu Lintas di Koridor Tandes – Benowo Surabaya.....	55
a.	Fungsi Jaringan Jalan.....	55
b.	Lalu Lintas Harian di Koridor Jalan Tandes – Benowo Surabaya.....	59
4.2	Perhitungan Lalu Lintas Harian Rata-Rata di Koridor Tandes - Benowo	63
4.3	Perhitungan Emisi CO ₂ Kendaraan Bermotor di Koridor Tandes – Benowo Menggunakan Mobilev 3.0	69

4.4	Kemampuan Penyerapan Terhadap CO ₂ Oleh Vegetasi	81
4.5	Kemampuan Penyerapan CO ₂ Oleh Ruang Terbuka Hijau Eksisting di Sekitar Koridor Tandes – Benowo	86
a.	Taman Cahaya	89
b.	Taman Pakal	92
C.	Total Kemampuan Penyerapan CO ₂ dari Taman Pakal dan Taman Cahaya.....	94
4.6	Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Tambahan Untuk Menyerap CO ₂ Kendaraan Bermotor di Koridor Tandes - Benowo	95
4.7	Lahan-Lahan Potensial untuk Penambahan Ruang Terbuka Hijau di Sekitar Koridor Tandes – Benowo	96
4.8	Perumusan Arahana Penyediaan Ruang Terbuka Hijau di Koridor Tandes – Benowo untuk Menyerap Emisi CO ₂ Kendaraan Bermotor	102
4.8.1	Arahana Persebaran Ruang Terbuka Hijau di Koridor Tandes - Benowo	102
4.8.2	Rekomendasi Pemilihan Jenis Vegetasi untuk Ruang Terbuka Hijau	115
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		119
5.1	Kesimpulan.....	119
5.2	Saran	120
DAFTAR PUSTAKA.....		121

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Teori Mengenai Lalu Lintas Harian	14
Tabel 2.2 Faktor Emisi Kendaraan	16
Tabel 2.3 Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan per 100 km	16
Tabel 2.4 Kajian Teori Perhitungan Emisi Kendaraan Bermotor.....	19
Tabel 2.5 Daya Serap CO ₂ Berdasarkan Jenis Tutupan Vegetasi.....	27
Tabel 2.6 Daya Serap Terhadap CO ₂ Berbagai Jenis Pohon	28
Tabel 2.7 Kajian Teori Mengenai Ruang Terbuka Hijau	29
Tabel 2.8 Sintesa Tinjauan Pustaka	31
Tabel 3.9 Variabel Penelitian beserta Definisi Operasionalnya	35
Tabel 3.10 Pengumpulan Data	37
Tabel 3.11 Metode Analisa yang Digunakan	40
Tabel 3.12 Faktor Emisi Kendaraan Bermotor dalam Mobilev	43
Tabel 3.13 Daya Serap Terhadap Karbon Dioksida Berdasarkan Jenis Tutupan Vegetasi	47
Tabel 3.14 Desain Penelitian.....	49
Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Traffic Counting	68
Tabel 4.16 Data LHR Berdasarkan Pembagian Jalan	73
Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Emisi CO ₂ Menggunakan Mobilev ...	80
Tabel 4.18 Perhitungan Total Emisi CO ₂ di Sepanjang Ruas Jalan.	81
Tabel 4.19 Daya Serap CO ₂ Berdasarkan Jenis Tutupan Vegetasi..	85
Tabel 4.20 Luas Lahan RTH Eksisting di Koridor Benowo - Tandes	86
Tabel 4.21 Proporsi <i>Hardscape</i> dan <i>Softscape</i> di Taman Cahaya ...	91
Tabel 4.22 Kemampuan Penyerapan Vegetasi di Taman Cahaya ...	91
Tabel 4.23 Proporsi <i>Hardscape</i> dan <i>Softscape</i> di Taman Pakal	93
Tabel 4.24 Kemampuan Penyerapan Vegetasi di Taman Pakal	94
Tabel 4.25 Total Kemampuan Penyerapan CO ₂ dari Taman Pakal dan Taman Cahaya.....	94
Tabel 4.26 Kebutuhan RTH Baru Untuk Menyerap Emisi CO ₂ Kendaraan Bermotor di Koridor Tandes - Benowo	95
Tabel 4.27 Luas Lahan Potensial RTH di Koridor Benowo - Tandes Surabaya	97

Tabel 4.28 Arahan Total Kemampuan Penyerapan CO ₂ dari Pepohonan di Lahan Potensial.....	109
Tabel 4.29 Arahan Penyediaan RTH di Koridor Tandes - Benowo Surabaya	110
Tabel 4.30 Rekomendasi Jenis Vegetasi Untuk Menyerap Emisi CO ₂ Kendaraan Bermotor	115

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kerangka Penelitian.....	11
Gambar 1.2	Kerangka Penelitian.....	11
Gambar 3.4	Tampilan Awal Mobilev	42
Gambar 3.5	Tahap Input Data dalam Mobilev	44
Gambar 3.6	Penyajian Hasil Kalkulasi Emisi oleh Mobilev	46
Gambar 3.7	Diagram Tahapan Penelitian	48
Gambar 4.8	Grafik Jumlah Kendaraan Berdasarkan Waktu Pengamatan	60
Gambar 4.9	Potret Kemacetan Lalu Lintas di Koridor Tandes - Benowo pada Jam Sibuk (Pukul 06.00-07.00 WIB)..	67
Gambar 4.10	Taman Cahaya di Koridor Tandes – Benowo	89
Gambar 4.11	Gambar Lay-Out Taman Cahaya. Taman Cahaya Tersusun Atas 36% <i>Hardscape</i> dan 64% <i>Softscape</i> .	90
Gambar 4.12	Gambar Lay-Out Taman Pakal. Taman Pakal Tersusun Atas 34% <i>Hardscape</i> dan 66% <i>Softscape</i> .	92
Gambar 4.13	Taman Pakal di Koridor Tandes – Benowo	93
Gambar 4.14	Lahan Potensial I, Memiliki Luas 1,1 Hektar	97
Gambar 4.15	Lahan Potensial II, Memiliki Luas 0,86 Hektar	101
Gambar 4.16	Rencana Pembangunan Jalur Hijau Jalan, Memiliki Luas 1,55 Hektar	101
Gambar 4.17	Taman Cahaya, Diarahkan Untuk Dipertahankan Fungsi dan Keberadaannya	103
Gambar 4.18	Taman Cahaya, Diarahkan Untuk Dipertahankan Fungsi dan Keberadaannya	104
Gambar 4.19	Lahan Potensial I, Diarahkan Menjadi Hutan Kota.	106
Gambar 4.20	Lahan Potensial II, Diarahkan Menjadi Taman Kota	107
Gambar 4.21	Median Jalan yang Sedang dalam Progres Pembangunan <i>Box Culvert</i> . Ketika Sudah Jadi, Median Jalan Diarahkan Menjadi Jalur Hijau Jalan	109

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ruang terbuka hijau (RTH) memiliki pengertian sebagai bagian-bagian dari ruang kota yang sama sekali tidak mempunyai bangunan, seperti lapangan, taman-taman kota, *buffer zone* pada kawasan industri, maupun pada kawasan perumahan yang terdapat di sepanjang jalan terutama jalan arteri dan kolektor dan juga pada sungai yang mengalir pada kota (Sinulingga, 1999). Ruang terbuka hijau memberikan manfaat langsung yaitu membentuk keindahan dan kenyamanan dan manfaat tidak langsung yaitu pembersih udara yang sangat efektif, pemeliharaan akan kelangsungan persediaan air tanah, pelestarian fungsi lingkungan beserta segala isi flora dan fauna yang ada (Permen PU No. 05 tahun 2008).

Dalam kawasan perkotaan, RTH memiliki peran yang amat penting dalam penyediaan oksigen dan pembersihan udara kotor. Oleh karenanya, apabila dalam suatu kawasan tidak memiliki RTH dalam jumlah yang cukup, akan memberikan dampak negatif bagi lingkungan dan masyarakat di sekitarnya. Salah satu dampak dari kurangnya keberadaan RTH di kawasan perkotaan adalah terbatasnya produksi oksigen yang mampu dihasilkan oleh RTH sehingga gas-gas polutan tidak terserap dengan maksimal. Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian Purnomohadi (1994) dalam NSPM RTH yang menunjukkan korelasi yang nyata antara eksistensi RTH kota dengan potensi redaman dan serapan terhadap 7 zat pencemar yang merupakan penyebab utama penyakit seperti serangan jantung, kanker, penyakit paru-paru hingga penuaan dini (Novenia dalam Wicaksono et al, 2012).

Polutan-polutan yang ada di kota-kota besar, umumnya dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Pembakaran bahan bakar fosil

pada kendaraan bermotor menghasilkan beberapa zat pencemar seperti; CO_2 , CO , HC , CH_4 , SO_2 , NO_2 dan partikulat. Dari beberapa zat pencemar tersebut, gas karbon dioksida merupakan gas yang jumlahnya paling banyak dihasilkan. Sebagai perbandingan, dalam pembakaran satu liter bahan bakar bensin, dihasilkan 0,71 gram CH_4 . Sedangkan dalam kondisi yang sama, dalam pembakaran satu liter bahan bakar bensin, dihasilkan 2.597,86 gram CO_2 . Perbedaan gas CH_4 dan CO_2 amatlah signifikan, dimana gas CO_2 merupakan polutan yang paling banyak dihasilkan oleh kendaraan bermotor. (IPCC, 1996). Karbon dioksida merupakan salah satu polutan yang membawa dampak buruk bagi lingkungan apabila konsentrasinya terlalu tinggi di udara. Karbon dioksida adalah salah satu gas rumah kaca yang berpengaruh terhadap terjadinya pemanasan global. Konsentrasi CO_2 yang terlalu tinggi di udara akan menimbulkan efek rumah kaca dengan memantulkan kembali panas dari bumi, sehingga suhu bumi meningkat dan dampaknya akan menimbulkan perubahan pada iklim bumi (Lestari, 2007)

Kota Surabaya merupakan ibukota Provinsi Jawa Timur yang memiliki peran sebagai kota perdagangan dan jasa. Karena fungsinya sebagai kota niaga, menyebabkan arus pergerakan barang dan orang di Surabaya begitu tinggi. Koridor Jalan Tandes hingga Benowo merupakan salah satu akses utama dari kawasan Surabaya Barat menuju pusat kota. Salah satu permasalahan dalam sistem jaringan jalan di Kota Surabaya adalah bercampurnya segala macam jenis kendaraan (mobil ringan, truk, sepeda motor, becak, dll) serta berbagai macam aktivitas seperti; parkir, pedagang kaki lima, pedestrian, dan lain-lain yang kerap kali menyebabkan kemacetan (Rini, 2005). Hal ini terjadi pula di koridor Jalan Tandes hingga Benowo yang mana dikarenakan koridor ini merupakan salah satu akses utama non tol dari Surabaya Barat ke Timur dan sebaliknya, maka segala jenis kendaraan mulai dari kendaraan kecil hingga berat turut memadati koridor ini hingga menyebabkan kemacetan lalu lintas, terutama pada jam-jam puncak. Kemacetan di koridor jalan ini tentunya menyumbang polusi udara dalam jumlah yang tidak sedikit.

Data dari Badan Perencanaan Kota (Bappeko) Surabaya menunjukkan bahwa rasio V/C di koridor Tandes adalah 1,32. Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat pelayanan jalan (*level of service*) adalah buruk dimana arus kendaraan terhambat, kecepatan rendah dan sering terjadi kemacetan dalam waktu yang cukup lama (MKJI, 1997). Adanya kemacetan dalam waktu yang lama ini tentunya menimbulkan polusi udara di kawasan tersebut yang terkonsentrasi dalam jumlah yang tinggi. Fakta empiris di lapangan juga menunjukkan masih minimnya jumlah RTH di koridor Jalan Tandes hingga Benowo. RTH yang sudah saat ini bentuknya berupa jalur hijau jalan, namun sayangnya pada beberapa titik, jalur hijau jalan ini masih gersang atau dalam kata lain belum ditumbuhi oleh pohon sehingga polutan hasil emisi kendaraan tidak bisa diserap secara maksimal oleh RTH yang ada. Terlebih lagi, saat ini sedang berlangsung proses konstruksi pemasangan *box culvert* di sepanjang Koridor Tandes - Benowo yang memerlukan pembongkaran RTH jalur hijau jalan selama proyek berlangsung, sehingga peran RTH dalam menyerap polutan akan semakin berkurang. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, polutan udara, terutama gas CO_2 , banyak menimbulkan dampak negatif diantaranya menyebabkan kualitas udara kota yang kurang baik, menimbulkan berbagai penyakit bagi kesehatan, menyebabkan pemanasan kawasan serta lebih jauh lagi turut berkontribusi dalam pemanasan global.

Berdasarkan uraian di atas, studi ini berupaya untuk merumuskan arahan penyediaan RTH untuk menyerap emisi CO_2 yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor di koridor Jalan Tandes hingga Benowo. Karakteristik RTH untuk diterapkan di lokasi studi dibuat berdasarkan kondisi lapangan dan aspek-aspek yang relevan dalam penyediaan RTH.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan polusi udara di koridor Jalan Tandes hingga Benowo disebabkan oleh banyaknya jumlah kendaraan yang melewati jalan ini terutama pada jam-jam sibuk tanpa diimbangi adanya RTH yang cukup. Oleh sebab itu, untuk mengatasi hal ini,

diperlukan sebuah arahan penyediaan RTH yang sesuai diterapkan pada lokasi studi yang mampu memberikan fungsi ekologis menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor. Berdasarkan permasalahan tersebut, terdapat beberapa pertanyaan yang akan dijawab pada penelitian ini, yaitu:

1. Berapakah jumlah kendaraan bermotor yang melewati koridor Jalan Tandes hingga Benowo ?
2. Berapakah jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan dari kendaraan bermotor yang melintasi koridor Jalan Tandes hingga Benowo ?
3. Bagaimanakah arahan penyediaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di koridor Jalan Tandes hingga Benowo untuk menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor ?

1.3 Tujuan dan Sasaran

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merumuskan arahan penyediaan RTH yang sesuai untuk menyerap emisi CO₂ dari kendaraan bermotor di koridor Jalan Tandes hingga Benowo. Adapun sasaran-sasaran penelitian untuk mencapai tujuan tersebut adalah:

1. Menghitung Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) di koridor Jalan Tandes hingga Benowo.
2. Menghitung emisi gas CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan-kendaraan yang melewati koridor Jalan Tandes hingga Benowo.
3. Merumuskan arahan penyediaan RTH di kawasan studi koridor Jalan Tandes hingga Benowo.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian mengenai arahan penyediaan RTH di koridor Jalan Tandes hingga Benowo ini dibagi dalam lingkup wilayah studi, lingkup pembahasan dan lingkup substansi.

1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah

Lokasi studi terletak di koridor jalan pada Surabaya bagian barat yang melingkupi 3 (tiga) kecamatan, yaitu: Tandes, Benowo

dan Pakal. Wilayah studi membentang dari Jalan Tandes hingga Benowo yang terdiri atas beberapa nama ruas jalan, yaitu:

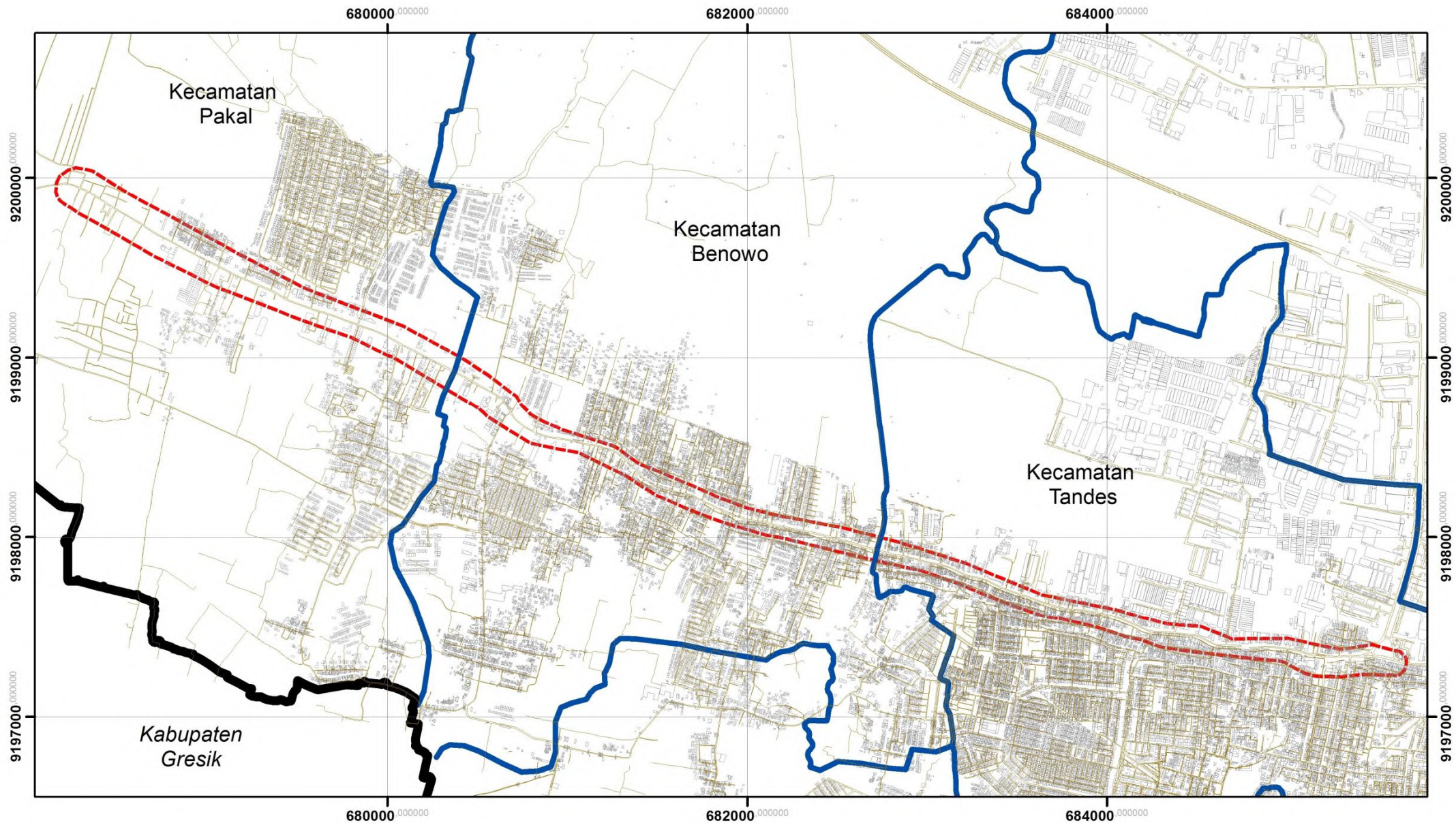
Jl Raya Tandes – Jl Raya Bibis – Jl Raya Manukan Wetan – Jl Raya Manukan Kulon – Jl Raya Banjarsugihan – Jl Klakah Rejo – Jl Moroseneng – Jl Raya Kandangan – Jl Raya Sememi – Jl Raya Benowo – Jl Raya Babat Jerawat – Jl Pakal – Jl Raci – Jl Benowo

Untuk lebih jelasnya mengenai lokasi studi, dapat dilihat pada peta batas wilayah penelitian.

1.4.2 Ruang Lingkup Pembahasan

Lingkup pembahasan berkaitan dengan penyediaan RTH untuk menyerap polutan kendaraan bermotor di koridor Jalan Tandes hingga Benowo. RTH publik yang dimaksud dalam penelitian ini dispesifikan pada jalur hijau jalan, hutan kota dan taman kota. Adapun jumlah kendaraan bermotor yang digunakan dalam perhitungan adalah kendaraan bermotor yang melintasi koridor Jalan Tandes hingga Benowo berdasarkan data dari perhitungan langsung (survei primer) maupun data dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya (survei sekunder). Dari beberapa zat polutan yang dihasilkan kendaraan bermotor, pembahasan difokuskan pada emisi CO₂. Asumsi penggunaan bahan bakar pada kendaraan bermotor yang lewat adalah sama, yaitu jenis bahan bakar yang digunakan adalah bensin. Total keseluruhan gas CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor di wilayah studi digunakan untuk menghitung kebutuhan minimal RTH untuk menyerap emisi CO₂ yang ada, kemudian akan digunakan sebagai bahan penyusunan arahan penyediaan RTH di lokasi studi. Hasil dari pembahasan penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam perumusan arahan penyediaan RTH yang sesuai untuk menyerap polutan, terutama polutan CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor di lokasi studi.

(halaman ini sengaja dikosongkan)



Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Arahan Penyediaan Ruang Terbuka Hijau
Untuk Menyerap Emisi CO₂ Kendaraan
Bermotor di Surabaya (Studi Kasus: Koridor
Jalan Raya Tandes Hingga Benowo)

Peta Wilayah Penelitian

Legenda

- Jalan
- Batas Kecamatan
- - - Batas Wilayah Studi

Inset Peta



Proyeksi : Transverse Mercator
Sistem Grid : Grid Geografi dan Grid UTM
Datum Horizontal : WGS 1984 UTM Zone 49S

Sumber Peta :
Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang
Kota Surabaya Tahun 2014

(halaman ini sengaja dikosongkan)

1.4.3 Ruang Lingkup Substansi

Ruang lingkup substansi dalam penelitian ini meliputi standar perhitungan emisi kendaraan, teori terkait kebutuhan ruang terbuka hijau berdasarkan emisi kendaraan bermotor serta penyediaan ruang terbuka hijau publik.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan manfaat sebagai berikut ini:

1. Manfaat praktis dari penelitian ini yaitu memberikan masukan dalam proses pengambilan keputusan untuk penyediaan ruang terbuka hijau publik berdasarkan emisi CO₂ yang dihasilkan kendaraan bermotor sehingga dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.
2. Manfaat teoritis dari penelitian ini yaitu memberikan sumbangan pemikiran dalam penyediaan ruang terbuka hijau publik berdasarkan jumlah emisi CO₂ kendaraan bermotor, sehingga memberikan tambahan referensi dalam bidang ilmu perencanaan wilayah dan kota.

1.6. Sistematika Penulisan

Pokok-pokok pikiran yang ada pada setiap bab, antara lain:

BAB I PENDAHULUAN

BAB I menjelaskan tentang latar belakang penelitian, rumusan permasalahan, tujuan dan sasaran, ruang lingkup penelitian, manfaat penelitian, sistematika penulisan dan kerangka berpikir penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB II menjelaskan tentang lalu lintas kendaraan, perhitungan emisi CO₂ kendaraan bermotor, pengertian dan tipologi ruang terbuka hijau, kebutuhan dan ketersediaan akan ruang terbuka hijau berdasarkan emisi CO₂ kendaraan bermotor serta sintesa pustaka.

BAB III METODE PENELITIAN

BAB III menjelaskan tentang pendekatan dan tahapan penelitian, variabel penelitian, populasi dan sampel, metode pengumpulan data dan metode analisis.

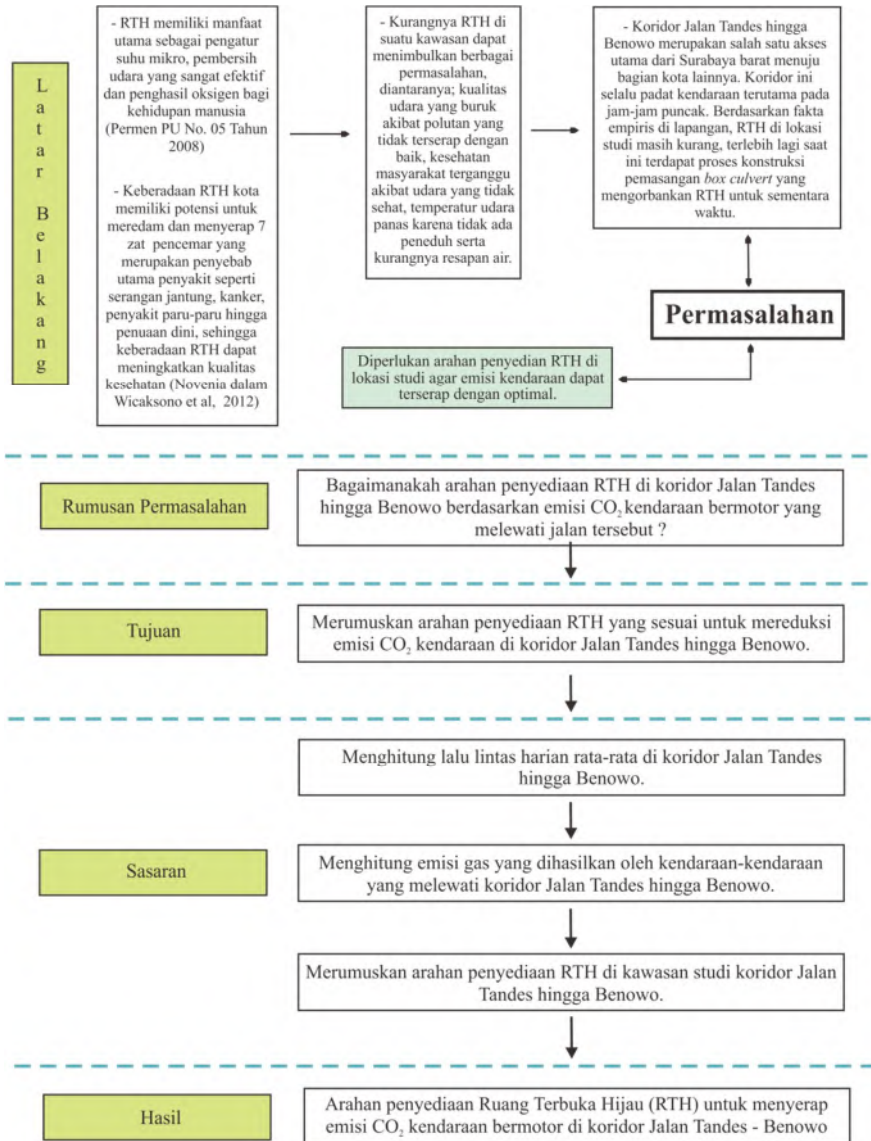
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB IV menjelaskan mengenai gambaran umum kondisi eksisting wilayah penelitian, serta hasil dan pembahasan penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan.

1.7 Kerangka Pemikiran Penelitian



Gambar 1.2 Kerangka Penelitian

Sumber: Penulis, 2016

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lalu Lintas Kendaraan

Dalam perumusan arahan penyediaan RTH untuk menyerap emisi gas buang kendaraan bermotor, penting untuk mengetahui lalu lintas harian rata-rata kendaraan yang melewati koridor di kawasan studi. Data lalu lintas harian rata-rata tersebut digunakan untuk mengkalkulasi jumlah emisi CO₂ kendaraan bermotor sehingga nantinya didapat arahan penyediaan RTH minimal untuk menyerap jumlah emisi CO₂ kendaraan yang ada. Terdapat dua jenis lalu lintas harian, yaitu; lalu lintas harian rata-rata tahunan dan lalu lintas harian rata-rata.

2.1.1 Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT)

Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT) adalah jumlah lalu lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data selama satu tahun penuh.

$$LHRT = \frac{\text{Jumlah Lalu Lintas Dalam Satu Tahun}}{365}$$

LHRT dinyatakan dalam smp/hari/2 arah atau kendaraan/hari/2 arah untuk jalan 2 lajur 2 arah, smp/hari/1 lajur atau kendaraan/hari/1 arah untuk jalan berlajur banyak dengan median.

2.1.2 Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Untuk dapat menghitung LHRT haruslah tersedia data jumlah kendaraan yang terus menerus selama satu tahun penuh. Mengingat akan biaya yang diperlukan dan membandingkan dengan ketelitian yang dicapai serta tak semua tempat di Indonesia mempunyai data volume lalu lintas selama satu tahun, maka untuk kondisi tersebut dapat pula dipergunakan satuan. Lalu Lintas Harian

Rata-Rata (LHR). LHR adalah hasil bagi jumlah kendaraan yang diperoleh selama pengamatan dengan lamanya pengamatan.

$$LHR = \frac{\text{Jumlah Lalu Lintas Selama Pengamatan}}{\text{Lama Waktu Pengamatan}}$$

Sama seperti LHRT, LHR dinyatakan dalam smp/hari, atau bisa juga dinyatakan dalam smp/jam apabila waktu pengamatan dilaksanakan dengan ketelitian per satu jam.

Sintesa kajian teori mengenai lalu lintas harian dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1
Kajian Teori Mengenai Lalu Lintas Harian

Sumber	Deskripsi Teori	Kajian Teori	Indikator Dalam Teori	Variabel
<i>Traffic Flow Theory</i>	Lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT)	Jumlah lalu lintas kendaraan yang melewati satu jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data selama satu tahun penuh	Lalu lintas yang terjadi selama 24 dalam setahun	- Jumlah lalu lintas yang terjadi - Hari selama satu tahun (365 hari)
<i>Traffic Flow Theory</i>	Lalu lintas harian rata-rata (LHR)	Jumlah lalu lintas yang terjadi selama pengamatan dibagi dengan waktu lamanya pengamatan. LHR dilakukan mengingat mahalnya biaya	Lalu lintas yang terjadi selama pengamatan	- Jumlah lalu lintas yang terjadi - Lamanya waktu pengamatan

Sumber	Deskripsi Teori	Kajian Teori	Indikator Dalam Teori	Variabel
		untuk melakukan survei selama satu tahun penuh dan hasil perhitungan LHR ini dianggap merepresentasi LHRT.		

Sumber: Kajian Teori, 2015

2.2 Perhitungan Emisi Kendaraan

Menurut PP No. 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara pasal 1 ayat 9, emisi adalah zat, energi dan/atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk dan/atau dimasukkannya ke dalam udara ambien yang mempunyai dan/atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar. Hasil dari pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor, yaitu gas karbon dioksida merupakan salah satu gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap terjadinya fenomena *global warming*, sehingga peningkatan CO₂ akan menyebabkan perubahan pada iklim bumi. Untuk menghitung total emisi kendaraan bermotor diperlukan data mengenai lalu lintas/volume harian rata-rata kendaraan yang melewati suatu ruas jalan.

Rekapitulasi jumlah dan jenis kendaraan yang melewati ruas jalan yang telah ditentukan diamati ketika jam puncak. Volume kendaraan dari tiap titik pengamatan yang akan dianalisa adalah total volume kendaraan yang paling tinggi diantara volume arus lintas harian pada saat jam puncak, hal ini dimaksudkan agar volume kendaraan yang diperoleh merupakan volume kendaraan maksimum sehingga emisi yang dihasilkan merupakan beban emisi maksimum pula. Berdasarkan penelitian oleh Zongan dkk (2005), terdapat beberapa variabel yang digunakan untuk

menghitung emisi gas buang kendaraan. Rumus perhitungan emisi kendaraan dapat dilihat dibawah ini;

$$Q = Ni \times Fei \times Ki \times L$$

Keterangan

Q = Jumlah emisi (gram/jam)

Ni = Jumlah kendaraan bermotor tipe-i (kendaraan/jam)

Fei = Faktor emisi kendaraan bermotor tipe-i (gram/liter)

Ki = Konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor tipe-i (liter/100km)

L = Panjang jalan (kilometer)

Nilai faktor emisi dengan tipe bahan bakar dan jenis kendaraan serta konsumsi bahan bakarnya dapat dilihat pada Tabel 2.2 dan 2.3.

Tabel 2.2
Faktor Emisi Kendaraan

Jenis Kendaraan	Faktor Emisi (gram/jam*km)			
	CH ₄	CO	N ₂ O	CO ₂
Mobil	0,0008	0,1251	0,0060	66,4949
Motor	0,0092	0,9445	0,0020	60,1184
Truk Kecil	0,0088	3,8335	0,0165	125,7447
Bus	0,0432	3,2649	0,0120	646,2899
Truk Besar	0,0026	0,5958	0,0030	272,4943

Sumber: Mobilev, Road Traffic Exhaust Emission Calculation Model (2013)

Tabel 2.3
Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan per 100 km

No.	Jenis Kendaraan	Konsumsi energi spesifik (liter/100km)
1.	Mobil Penumpang	
	Bensin	11,79
	Diesel/Solar	11,36
2.	Bus Besar	
	Bensin	23,15

No.	Jenis Kendaraan	Konsumsi energi spesifik (liter/100km)
	Diesel/Solar	16,89
3.	Bus Sedang	13,04
	Bus Kecil	
4.	Bensin	11,35
	Diesel	11,83
5.	Bemo, Bajaj	10,99
	Taksi	
6.	Bensin	10,88
	Diesel/Solar	06,25
7.	Truk Besar	15,82
8.	Truk Sedang	15,15
	Truk Kecil	
9.	Bensin	8,11
	Diesel	10,64
10.	Sepeda Motor	2,66

Sumber: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), 2009

Selain teori perhitungan emisi CO₂ dari Zongan dkk (2005), terdapat pula beberapa referensi lainnya dalam menghitung emisi CO₂ kendaraan bermotor, diantaranya adalah dari Tim Kerja Inventarisasi Emisi (2013) yang terdiri atas kalangan akademisi di bidang lingkungan dan bidang lainnya yang terkait.

Tim Kerja Inventarisasi Emisi (2013) mengemukakan bahwa terdapat beberapa parameter lainnya yang diperlukan untuk menghitung emisi CO₂ kendaraan bermotor dalam satuan waktu tertentu. Parameter-parameter yang digunakan diantaranya adalah sebagai berikut;

- Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)**, yaitu jumlah kendaraan yang melewati jalan yang diteliti. Jumlah kendaraan ini dibagi menurut jenisnya.
- Kategori Jalan**, yaitu pengklasifikasian jalan berdasarkan fungsi jaringan jalan dan batas kecepatan maksimumnya,

misal; jalan arteri sekunder, kolektor primer dan lain sebagainya.

- c. **Posisi Jalan**, yaitu letak jalan yang diteliti, apakah letaknya di tengah kota maupun di pinggiran kota.
- d. **Arah Jalan**, yaitu pembagian jalan berdasarkan jumlah arahnya, apakah jalan yang diteliti tersebut satu arah atau dua arah.
- e. **Panjang Jalan**, yaitu total panjang ruas jalan yang diteliti dari mulai ujung ke ujung.
- f. **Jumlah Lajur**, yaitu total lajur yang terdapat pada jalan yang diteliti, apakah jalan tersebut terdiri atas 2 lajur, 4 lajur, 6 lajur dan sebagainya.
- g. **Kemiringan Jalan**, yaitu nilai kemiringan jalan yang diteliti, apakah jalan tersebut relatif datar, ataukah cenderung menaik/menurun. Tingkatan tanjakan /turunan ini umumnya dinyatakan dalam persentase (%) kemiringan.

Parameter-parameter tersebut digunakan untuk menghitung emisi CO₂ kendaraan bermotor yang melewati jalan yang diteliti dalam satuan waktu tertentu. Untuk mendapatkan hasil yang cepat dalam menghitung emisi CO₂ kendaraan bermotor, Tim Kerja Inventarisasi Emisi merekomendasikan penggunaan perangkat lunak (*software*) **Mobilev 3.0: Road Traffic Exhaust Emission Calculation Model**. Perangkat lunak Mobilev 3.0 merupakan suatu alat yang dirancang untuk menghitung emisi kendaraan bermotor secara cepat. Untuk menghitung emisi kendaraan, Mobilev memerlukan input data sesuai dengan parameter-parameter yang telah dikemukakan diatas, diantaranya adalah LHR, kategori jalan, arah, posisi jalan, panjang jalan, jumlah lajur dan kemiringan jalan. Apabila input data-data tersebut telah dilaksanakan dengan benar, maka Mobilev akan mengkalkulasikan emisi kendaraan bermotor yang telah dihasilkan.

Setelah proses *running* data dalam Mobilev selesai, didapatkan hasil kalkulasi emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor. Hasil perhitungan emisi yang dihasilkan adalah CH₄, CO, CO₂, NO_x, NO₂ dan lain sebagainya. Namun dalam penelitian ini,

emisi kendaraan bermotor hanya difokuskan pada gas karbon dioksida saja, sehingga dari hasil perhitungan Mobilev tersebut, data yang diambil hanyalah data emisi CO₂ dari kendaraan bermotor. Tahapan-tahapan dalam penggunaan Mobilev akan dijelaskan lebih lanjut pada Bab III dan Bab IV.

Sintesa kajian teori mengenai perhitungan emisi kendaraan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.4
Kajian Teori Perhitungan Emisi Kendaraan Bermotor

Sumber	Deskripsi Teori	Kajian Teori	Indikator Dalam Teori	Variabel
Zongan dkk (2005), Mobilev; Road Traffic Exhaust Emission Calculation Model (2013) dan BPPT (2009)	Perhitungan emisi CO ₂ kendaraan bermotor	Perhitungan emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor diambil pada jumlah lalu lintas yang tertinggi, sehingga hasil yang didapatkan adalah emisi pada titik maksimum.	Jumlah emisi CO ₂ yang ditimbulkan kendaraan bermotor	Jumlah kendaraan bermotor (LHR)
				Faktor emisi kendaraan bermotor
				Jenis dan konsumsi bahan bakar per 100 km
				Panjang jalan
Tim Kerja Inventarisasi Emisi (2013)	Perhitungan emisi CO ₂ kendaraan bermotor	Perhitungan emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor diambil pada jumlah lalu	Jumlah emisi CO ₂ yang ditimbulkan kendaraan bermotor	Jumlah kendaraan bermotor (LHR)
				Faktor emisi kendaraan bermotor
				Jenis dan

Sumber	Deskripsi Teori	Kajian Teori	Indikator Dalam Teori	Variabel
		lintas yang tertinggi, sehingga hasil yang didapatkan adalah emisi pada titik maksimum.		konsumsi bahan bakar
				Kategori jalan
				Posisi jalan
				Jumlah Arah
				Jumlah lajur
				Panjang Jalan
				Kemiringan jalan

Sumber: Kajian Teori, 2015

2.3 Ruang Terbuka Hijau Perkotaan

Ruang terbuka hijau atau biasa disebut dengan RTH adalah area memanjang/jalur dan/atau mengelompok yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam (UU No 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang). Ruang terbuka hijau juga dapat dipahami sebagai ruang terbuka suatu kawasan perkotaan yang merupakan bagian dari ruang terbuka, dimana relatif terdapat banyak unsur hijau tanaman dan tumbuhan yang sengaja atau tak sengaja ditanam. Dalam konteks pemanfaatan, pengertian ruang terbuka hijau kota mempunyai lingkup yang lebih luas dari sekedar pengisian hijau tumbuh-tumbuhan, sehingga mencakup pula pengertian dalam bentuk pemanfaatan ruang terbuka bagi kegiatan masyarakat (Purnomohadi, 2008).

2.3.1 Tipologi Ruang Terbuka Hijau

Menurut UU No 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang, Jenis RTH dapat dibagi menjadi dua macam dengan berdasarkan kepemilikannya, yaitu RTH publik dan RTH privat. RTH publik adalah RTH yang dikelola dan dimiliki oleh pemerintah daerah yang digunakan secara umum untuk kepentingan masyarakat. Sedangkan

RTH privat adalah ruang terbuka hijau yang dimiliki dan dikelola oleh masyarakat/swasta.

Menurut Permen PU No 05 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan, pembagian jenis-jenis RTH yang ada sesuai dengan tipologi dapat dilihat pada Gambar 2.3:

Ruang Terbuka Hijau (RTH)	Fisik	Fungsi	Struktur	Kepemilikan
	RTH Alami	Ekologis	Pola Ekologis	RTH Publik
		Sosial Budaya		
	RTH Non Alami	Estetika	Pola Planologis	RTH Privat
		Ekonomi		

Gambar 2.3

Tipologi RTH Berdasarkan Fisik, Fungsi, Struktur dan Kepemilikan

Sumber: Permen PU No 05 Tahun 2008

Secara fisik, RTH dapat dibedakan menjadi RTH alami yang berupa habitat liar alami, kawasan lindung dan taman-taman nasional serta RTH non alami yang berupa taman, lapangan olahraga, hutan kota, pemakaman atau jalur-jalur hijau jalan. Sedangkan dilihat dari fungsinya, RTH dapat berfungsi ekologis, sosial budaya, estetika, dan ekonomi. Secara struktur ruang, RTH dapat mengikuti pola ekologis (mengelompok, memanjang, tersebar), maupun pola planologis yang mengikuti hirarki dan struktur ruang perkotaan. Selain itu, RTH dapat dibedakan berdasarkan kepemilikannya yaitu RTH Publik dan RTH Privat.

2.3.2 Fungsi dan Manfaat Ruang Terbuka Hijau

Menurut Permen PU No. 05 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan RTH, Terdapat dua fungsi RTH, yaitu fungsi intrinsik (ekologis) dan fungsi ekstrinsik (sosial dan budaya, ekonomi, estetika):

a. Fungsi intrinsik RTH

1. Memberi jaminan pengadaan RTH menjadi bagian dari sistem sirkulasi udara,
2. Pengatur iklim mikro agar sistem sirkulasi udara dan air secara alami dapat berlangsung lancar,
3. Sebagai peneduh,
4. Produsen oksigen,
5. Penyerap air hujan,
6. Penyedia habitat satwa,
7. Penyerap polutan media udara, air, dan tanah,
8. Sebagai penahan angin.

b. Fungsi ekstrinsik RTH

1. Fungsi sosial dan budaya:
 - a. Menggambarkan ekspresi budaya lokal
 - b. Merupakan media komunikasi warga kota
 - c. Tempat rekreasi
 - d. Wadah dan objek pendidikan, penelitian dan pelatihan dalam mempelajari alam
2. Fungsi ekonomi:
 - a. Sumber produk yang bisa dijual, seperti tanaman bunga, buah, daun, sayur mayur
 - b. Bisa menjadi bagian dari usaha pertanian, perkebunan, kehutanan, dan lain-lain
3. Fungsi estetika:
 - a. Meningkatkan kenyamanan, memperindah lingkungan kota baik dari skala mikro: halaman rumah, lingkungan

permukiman, maupun makro: lansekap kota secara keseluruhan;

- b. Menstimulasi kreativitas dan produktivitas warga kota;
- c. Pembentuk faktor keindahan arsitektural
- d. Menciptakan suasana serasi dan seimbang antara area terbangun dan tidak terbangun.

Dalam suatu wilayah perkotaan, empat fungsi ini dapat dikombinasikan sesuai dengan kebutuhan, kepentingan, dan keberlanjutan kota seperti perlindungan tata air, keseimbangan ekologi dan konservasi hayati.

Hasni (2013), memperinci fungsi ekologis RTH (baik dalam bentuk taman kota, jalur hijau jalan, hutan kota, sempadan sungai dan sebagainya) kedalam empat macam, yaitu fungsi edhapis, fungsi hidro-orologis, fungsi klimatologis dan fungsi higienis. Adapun penjelasannya dari keempat fungsi tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Fungsi edhapis*, yaitu sebagai tempat hidup satwa dan jasad renik lainnya, dapat dipenuhi dengan penanaman pohon yang sesuai, misalnya memilih pohon yang buah atau bijinya atau serangga yang hidup di daun-daunnya digemari oleh burung.
- b. *Fungsi hidro-orologis*, adalah perlindungan terhadap kelestarian tanah dan air, dapat diwujudkan dengan tidak membiarkan lahan terbuka tanpa tanaman penutup sehingga menimbulkan erosi, serta meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah melalui mekanisme perakaran pohon dan daya serap air dari humus.
- c. *Fungsi klimatologis*, adalah terciptanya iklim mikro sebagai efek dari proses fotosintesis dan respirasi tanaman. Untuk memiliki fungsi ini secara baik seyogyanya RTH memiliki cukup banyak pohon tahunan.
- d. *Fungsi higienis*, adalah kemampuan RTH untuk mereduksi polutan baik di udara maupun di air, dengan cara memilih

tanaman yang memiliki kemampuan menyerap CO_2 , SO_x , NO_x , dan zat polutan lainnya.

Dalam konteks penyediaan RTH untuk menyerap polusi yang dihasilkan oleh emisi kendaraan bermotor, fungsi utama dari RTH yang paling berperan adalah penyerap polutan udara dan penghasil oksigen (Nurhayati, 2012). Menurut Lestari (2007), fungsi ruang terbuka hijau sebagai paru-paru kota berkaitan dengan kemampuan tanaman dalam menghasilkan oksigen dan menyerap polutan udara yang membahayakan bagi manusia. Lebih lanjut, Lestari (2007) menjelaskan fungsi tersebut sebagai berikut:

a. Penyerap Polutan Udara

Karbon dioksida adalah salah satu gas rumah kaca yang berpengaruh terhadap terjadinya pemanasan global, sehingga peningkatan CO_2 akan menyebabkan perubahan pada iklim bumi. Kendaraan bermotor merupakan salah satu sumber pencemaran udara yang penting di kawasan perkotaan. Pada pembakaran sempurna, emisi paling signifikan yang dihasilkan dari kendaraan bermotor berdasarkan massa adalah gas karbon dioksida dan uap air. Selain itu, hampir semua bahan bakar mengandung polutan antara lain CO , HC , SO_2 , NO_2 dan partikulat. Gas CO mempunyai kemampuan berikatan dengan hemoglobin sebesar 240 kali lipat kemampuannya berikatan dengan O_2 . Kondisi ini akan menyebabkan pasokan O_2 ke seluruh tubuh menurun tajam, sehingga melemahkan kontraksi jantung dan menurunkan volume udara yang didistribusikan. Pada konsentrasi rendah (<400 ppmv abient), dapat menyebabkan pusing-pusing dan kelelahan, sedangkan konsentrasi tinggi (>2000 ppmv) dapat menyebabkan kematian. Gas SO_2 adalah kontributor utama hujan asam. Di dalam awan dan air hujan SO_2 mengalami konversi menjadi asam sulfur dan aerosol sulfat di atmosfer. Bila aerosol asam tersebut memasuki sistem pernafasan dapat terjadi berbagai penyakit pernafasan seperti gangguan pernafasan hingga kerusakan permanen pada paru-paru. Beberapa tanaman memiliki kemampuan untuk menyerap racun-racun berbahaya tersebut, sehingga peran

RTH dalam menyerap zat beracun dari kendaraan bermotor amatlah penting untuk membersihkan udara di kawasan perkotaan.

b. Penghasil Oksigen

Grey dan Deneke (1978, dalam Irwan 2005), menyatakan bahwa persenyawaan gas pada proses fotosintesa tumbuhan hijau akan menyerap 1 (satu) kilogram gas karbondioksida dan akan mengeluarkan 0,73 kg gas oksigen. Setiap tahun tumbuh-tumbuhan di bumi ini mempersenyawakan sekitar 400.000 juta ton oksigen ke atmosfer, serta menghasilkan 450.000 juta ton zat-zat organik. Oksigen merupakan unsur penting dalam kehidupan. Manusia memerlukan oksigen untuk bernafas (respirasi). Manfaat ruang terbuka hijau bagi kesehatan karena ruang terbuka hijau adalah produsen oksigen. Ruang terbuka hijau merupakan penghasil oksigen terbesar, penyerap karbon dioksida, dan zat pencemar udara lainnya, terutama di siang hari. Ruang terbuka hijau merupakan pembersih udara yang sangat efektif melalui mekanisme absorpsi dan adsorpsi dalam proses fisiologis yang terjadi pada daun dan permukaan tumbuhan.

2.3.3 Jenis-Jenis Tanaman

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Lansekap Jalan Nomor 033/t/bm/1996, pemilihan jenis tanaman ditentukan oleh kondisi iklim habitat dan areal dimana tanaman tersebut akan diletakkan dengan memperhatikan ketentuan geometrik jalan dan fungsi tanaman. Menurut bentuknya, tanaman dapat merupakan tanaman pohon, tanaman perdu atau semak dan tanaman penutup permukaan tanah.

Persyaratan utama yang perlu diperhatikan dalam memilih jenis tanaman lansekap jalan antara lain : (1) Perakaran tidak merusak konstruksi jalan; (2) Mudah dalam perawatan; (3) Batang atau percabangan tidak mudah patah; (4) Daun tidak mudah rontok atau gugur.

Sedangkan menurut Permen PU nomor 05/prt/m/2008, fungsi dan kriteria vegetasi RTH jalur jalan dibagi menjadi beberapa fungsi dengan kriteria vegetasi sebagai berikut :

a) Vegetasi peneduh:

1. Ditempatkan pada jalur tanaman (minimal 1,5 m dari tepi median)
2. Percabangan 2 m di atas tanah
3. Bentuk percabangan batang tidak merunduk
4. Bermassa daun padat
5. Berasal dari perbanyakan biji
6. Ditanam secara berbaris
7. Tidak mudah tumbang

b) Vegetasi penyerap polusi udara:

1. Terdiri dari pohon, perdu atau semak
2. Memiliki kegunaan untuk menyerap udara
3. Jarak tanam rapat
4. Bermassa daun padat

c) Vegetasi peredam kebisingan:

1. Terdiri dari pohon, perdu atau semak
2. Membentuk massa
3. Bermassa daun rapat
4. Berbagai bentuk tajuk.

d) Vegetasi pemecah angin:

1. Tanaman tinggi, perdu atau semak
2. Bermassa daun padat
3. Ditanam berbaris atau membentuk massa
4. Jarak tanam rapat < 3 m.

e) Vegetasi penahan silau lampu kendaraan:

1. Tanaman perdu atau semak
2. Ditanam rapat
3. Ketinggian 1,5 m
4. Bermassa daun padat.

2.3.4 Kemampuan Penyerapan Tanaman Terhadap Polutan

Menurut Adiastari (2010), untuk menghitung kemampuan serapan taman/jalur hijau adalah dengan cara mengalikan laju serapan CO_2 dengan luas lahan tutupan vegetasi. Kemampuan tumbuhan dalam menyerap gas karbon dioksida bermacam-macam. Menurut Prasetyo dalam Tinambunan (2006), hutan yang mempunyai berbagai macam tipe penutupan vegetasi memiliki kemampuan atau daya serap terhadap karbon dioksida yang berbeda. Tipe penutupan vegetasi tersebut berupa pohon, semak belukar, padang rumput dan sawah. Daya serap berbagai macam tipe vegetasi terhadap karbon dioksida dapat dilihat pada Tabel 2.5

Tabel 2.5
Daya Serap CO_2 Berdasarkan Jenis Tutupan Vegetasi

Tipe Penutupan	Daya Serap terhadap gas CO_2 (kg/ha/jam)	Daya Serap terhadap gas CO_2 (ton/ha/tahun)
Pohon	129,92	569,07
Semak Belukar	12,56	55
Padang Rumput	2,74	12
Sawah	2,74	12

Sumber: Prasetyo dalam Tinambunan (2006)

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, jenis tutupan vegetasi yang memiliki daya serap yang tinggi terhadap gas karbon dioksida adalah pepohonan, kemudian diikuti dengan semak belukar, padang rumput dan sawah.

Selain penelitian diatas mengenai kemampuan serapan CO_2 beberapa jenis tutupan vegetasi, Dahlan dalam Hastuti (2012) mengemukakan bahwa setiap jenis pohon memiliki kemampuan penyerapan terhadap CO_2 yang berbeda-beda. Pohon menyerap gas karbon dioksida yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor sebagai bahan untuk melakukan proses fotosintesis. Adapun daya serap beberapa jenis pohon terhadap CO_2 dapat dilihat pada Tabel 2.6

Tabel 2.6
Daya Serap Terhadap CO₂ Berbagai Jenis Pohon

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Daya Serap CO ₂ (Kg/Pohon/Tahun)
1.	Trembesi	<i>Samanea Saman</i>	28.448,39
2.	Cassia	<i>Cassia sp</i>	5.295,47
3.	Kenanga	<i>Canangium odoratum</i>	756,59
4.	Pingku	<i>Dysoxylum excelsum</i>	720,49
5.	Beringin	<i>Ficus benyamin</i>	535,90
6.	Krey Payung	<i>Fellicium decipiens</i>	404,8
7.	Matoa	<i>Pornetia pinnata</i>	329,76
8.	Mahoni	<i>Swettiana mahagoni</i>	295,73
9.	Saga	<i>Adenanthera pavonian</i>	221,18
10.	Bungkur	<i>Lagerstroema speciosa</i>	160,14
11.	Jati	<i>Tectona grandis</i>	135,27
12.	Nangka	<i>Artocarpus heterophylus</i>	126,51
13.	Johar	<i>Cassia grandis</i>	116,25
14.	Sirsak	<i>Annona muricata</i>	75,29
15.	Puspa	<i>Schima wallichii</i>	63,31
16.	Akasia	<i>Acacia auriculiformis</i>	48,68
17.	Flamboyan	<i>Delonix regia</i>	42,20
18.	Sawo Kecil	<i>Manilkaro kauki</i>	36,19
19.	Tanjung	<i>Mimusops elengi</i>	34,29
20.	Bungan Merak	<i>Caesalpinia puloherrima</i>	30,95
21.	Sempur	<i>Dilena retusa</i>	24,24
22.	Khaya	<i>Khaya anthotheca</i>	21,90
23.	Merban Pantai	<i>Intsia bijuga</i>	19,25
24.	Akasia	<i>Acacia mangium</i>	15,19
25.	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	11,12
26.	Asam Kranji	<i>Pithecelobium dulce</i>	8,48
27.	Saputangan	<i>Maniltoa grandiflora</i>	8,26
28.	Dadap Merah	<i>Erythrina cristagalli</i>	4,55
29.	Rambutan	<i>Nephelium lappaceum</i>	2,19
30.	Asam	<i>Tamarindus indica</i>	1,49
31.	Kempes	<i>Coompasia excelsa</i>	0,2

Sumber: Dahlan dalam Hastuti (2012)

Dari penelitian tersebut, didapat hasil bahwa jenis tanaman yang memiliki kemampuan penyerapan terhadap gas CO₂ yang paling tinggi diantaranya adalah; trembesi, cassia, kenanga, pingku, beringin, krey payung, matoa dan sebagainya. Kemampuan penyerapan terhadap CO₂ beberapa jenis pohon tersebut dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk merumuskan arahan penyediaan RTH di koridor studi, dimana penyediaan RTH di koridor studi diutamakan pada pemilihan jenis vegetasi yang memiliki daya serap tinggi terhadap CO₂, sehingga polusi karbon dioksida yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor di koridor studi dapat terserap secara lebih optimal.

Sintesa kajian teori mengenai Ruang Terbuka Hijau (RTH) dapat dilihat pada Tabel 2.7

Tabel 2.7
Kajian Teori Mengenai Ruang Terbuka Hijau

Sumber	Deskripsi Teori	Kajian Teori	Jenis	
UU No. 26 Tahun 2007 dan Permen PU No. 05 Tahun 2008	Tipologi RTH	Tipologi RTH dibedakan menurut tampak fisik, fungsi, struktur serta kepemilikan nya	Fisik	Alami dan non alami
			Fungsi	Ekologis, sosial, ekonomi dan estetika
			Struktur	Ekologis dan planologis
			Kepemilikan	Publik dan privat
Permen PU No. 05 Tahun 2008, Hasni (2013) dan Lestari (2007)	Fungsi dan Manfaat RTH	Fungsi dan manfaat RTH yang memiliki fungsi intrinsik dan ekstrinsik	Intrinsik	- Edhapis - Hidro-orologis - Klimatologis - Higienis
			Ekstrinsik	- Sosial - Ekonomi - Estetika
Permen PU	Jenis-Jenis	Pembagian	Peneduh	

Sumber	Deskripsi Teori	Kajian Teori	Jenis	
No. 05/prt/m/2008	Tanaman	jenis tanaman sesuai fungsi dan karakteristik yang sesuai diterapkan di kawasan tertentu	Penyerap polusi udara	
			Peredam kebisingan	
			Pemecah angin	
			Penahan silau lampu kendaraan	
Adiastari (2010), Prasetyo dalam Tinambunan (2006) dan Dahlan dalam Hastuti (2012)	Kemampuan Penyerapan Tanaman Terhadap Polutan	Perhitungan daya serap CO ₂ didapat melalui pengalihan laju serapan tumbuhan terhadap CO ₂ dikalikan dengan luas tutupan vegetasi	Variabel berpengaruh	-Daya serap pohon terhadap CO ₂ -Luas penutupan vegetasi pepohonan -Jenis pohon

Sumber: Kajian Teori, 2015

2.4 Sintesa Tinjauan Pustaka

Berikut dibawah ini merupakan sintesa keseluruhan tinjauan pustaka berdasarkan tujuan penelitian yang ingin dicapai. Sintesa tinjauan pustaka diantaranya memuat indikator dan variabel dalam; perhitungan arus lalu lintas kendaraan, perhitungan emisi gas CO₂ kendaraan bermotor dan penyediaan RTH di kawasan perkotaan. Sintesa tinjauan pustaka berikut ini merupakan intisari dari pustaka-pustaka yang telah dibahas sebelumnya pada bab ini. Sintesa tinjauan pustaka dapat dilihat pada Tabel 2.8

Tabel 2.8
Sintesa Tinjauan Pustaka

Tinjauan Pustaka	Indikator	Variabel
Perhitungan Arus Lalu Lintas Kendaraan	Arus Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan	Jumlah lalu lintas yang terjadi
	Arus Lalu Lintas Harian Rata-Rata	Jumlah lalu lintas yang terjadi
		Lama pengamatan
Perhitungan Emisi Gas CO₂ yang dihasilkan Kendaraan Bermotor	Perhitungan Emisi Kendaraan Bermotor	Jumlah dan tipe kendaraan bermotor
		Faktor emisi kendaraan bermotor
		Konsumsi bahan bakar kendaraan
		Panjang jalan
		Kategori jalan
		Posisi dan fungsi jalan
		Jumlah Arah
		Jumlah lajur
Penyediaan RTH di Kawasan Perkotaan	Kemampuan Penyerapan CO ₂	Daya serap pohon terhadap CO ₂
		Luas penutupan vegetasi pohon
	Jenis-Jenis Tanaman	Peneduh, penyerap polusi, peredam kebisingan, peredam angin, penahan silau lampu kendaraan

Sumber: Sintesa Kajian Teori, 2015

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Dalam penelitian ini pendekatan yang digunakan adalah pendekatan rasionalisme. Pada penelitian ini sumber kebenaran tidak hanya didapat secara indrawi (empiri sensual) namun juga berasal dari logika (empiri teoritik) dan etika (empiri etik). Pendekatan rasionalisme sumber kebenarannya berasal dari fakta empiri (sensual dan teoritik) serta etik, pendekatan ini memandang ilmu yang valid merupakan hasil abstraksi, simplifikasi, atau idealisasi dari realitas dan terbukti sejalan dengan sistem logikanya (Muhadjir, 2000)

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif yang sesuai dengan tujuan dan sasaran dalam penelitian, yaitu perumusan arahan penyediaan ruang terbuka hijau di koridor Tandes hingga Benowo. Pada awal kegiatan penelitian, dirumuskan terlebih dahulu pembatasan ruang lingkup. Kemudian, disusun sebuah pustaka teoritis mengenai sesuatu yang berhubungan dengan penyediaan RTH berdasarkan jumlah emisi karbon. Kemudian, objek penelitian diamati dan dilihat secara spesifik sesuai dengan konteks teoritik yang telah dirumuskan. Selanjutnya, hasil tersebut dijadikan sebagai bahan analisa untuk kemudian disintesis dalam bentuk kesimpulan.

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini berdasarkan tujuan serta sasaraannya dapat diklasifikasikan sebagai penelitian terapan (*applied research*). Penelitian terapan adalah penelitian yang diselenggarakan dalam rangka mengatasi masalah nyata dalam kehidupan berupa usaha menemukan dasar-dasar dan langkah-langkah perbaikan bagi suatu aspek kehidupan yang dipandang perlu diperbaiki. Dalam konteks ini, peneliti berusaha mengidentifikasi permasalahan yang berkaitan

dengan polusi udara yang dihasilkan oleh emisi kendaraan bermotor untuk kemudian dirumuskan suatu solusi untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

Penelitian yang bersifat terapan ini memiliki tujuan eksploratif. Menurut Luts (2010) penelitian terapan harus diawali dengan melaksanakan penelitian eksploratif (penjelajahan), hal ini memiliki maksud untuk menjelajahi permasalahan inti yang ada, yaitu mengenai dampak dari emisi CO₂ kendaraan bermotor agar usaha perbaikan suatu kondisi dapat dilakukan secara tuntas.

Sedangkan berdasarkan tingkat ekplanasi, penelitian ini tergolong penelitian deskriptif dan analitik. Penelitian deskriptif dapat diartikan sebagai proses pemecahan masalah yang diselidiki dengan melukiskan keadaan subyek dan obyek penelitian pada saat sekarang berdasarkan fakta-fakta yang tampak. Pelaksanaan metode penelitian deskriptif tidak terbatas pada pengumpulan data, tetapi meliputi analisa dan interpretasi tentang data tersebut. Selain itu semua yang dikumpulkan memungkinkan menjadi kunci terhadap apa yang diteliti (Sumanto, 1995). Tujuan dari penelitian deskriptif adalah untuk membuat deskripsi maupun gambaran secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antar fenomena yang diselidiki (Nazir, 1998).

Sedangkan penelitian analitik menyangkut analisa perhitungan kebutuhan RTH dalam menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor. Variabel-variabel yang berkaitan dengan jumlah emisi CO₂ kendaraan akan disusun dan dihubungkan dengan variabel lainnya. Variabel jumlah emisi CO₂ kendaraan bermotor yang dihasilkan berkaitan erat dengan jumlah kendaraan yang lewat beserta hasil emisi yang dikeluarkan sehingga ini akan digunakan sebagai dasar acuan dalam perumusan konsep. Keseluruhan metode penelitian ini digunakan untuk menjawab tujuan penelitian, yaitu merumuskan arahan penyediaan ruang terbuka hijau berdasarkan jumlah emisi CO₂ dari kendaraan bermotor.

3.3 Variabel dan Definisi Operasional

Variabel penelitian adalah faktor atau hal yang diteliti yang memiliki ukuran, baik ukuran yang bersifat kuantitatif maupun kualitatif. Variabel dan indikator didapat dari telaah pustaka teoritis yang telah disintesakan pada bab sebelumnya. Berikut ini merupakan definisi operasional dari beberapa variabel;

Tabel 3.9
Variabel Penelitian beserta Definisi Operasionalnya

Sasaran	Indikator	Variabel	Definisi Operasional
Perhitungan lalu lintas harian rata-rata di kawasan studi	Jumlah kendaraan yang melewati koridor studi	Jumlah kendaraan yang lewat	Jumlah kendaraan yang melewati koridor dalam kurun waktu tertentu.
		Lama waktu pengamatan	
Perhitungan emisi gas CO₂ yang dihasilkan kendaraan bermotor di kawasan studi.	Jumlah emisi CO ₂ yang dihasilkan kendaraan bermotor	Jumlah kendaraan bermotor	Jumlah kendaraan yang melewati koridor dalam kurun waktu tertentu. <i>Dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam</i>
		Faktor emisi kendaraan bermotor	Nilai rata-rata suatu parameter pencemaran udara dari kendaraan bermotor.
		Konsumsi bahan bakar kendaraan	Jumlah liter bahan bakar yang diperlukan untuk menempuh jarak 100 km. <i>Dinyatakan dalam satuan liter/100km</i>
		Panjang Jalan	Panjang jalan di wilayah studi. <i>Dinyatakan dalam satuan kilometer.</i>
		Kategori Jalan	Kelas klasifikasi-fungsi jalan (misal: arteri primer, kolektor)

Sasaran	Indikator	Variabel	Definisi Operasional
			sekunder, dsb)
		Posisi Jalan	Letak geografis jalan yang diteliti dalam kota (misal: tengah kota, pinggiran kota, dsb)
		Jumlah Arah	Jumlah arah pada jalan (satu arah atau dua arah)
		Jumlah Lajur	Jumlah lajur yang ada pada jalan (2 lajur, 4 lajur, 6 lajur, dsb)
		Kemiringan Jalan	Tingkat kemiringan atau elevasi jalan (datar, menanjak, menurun, <i>dinyatakan dalam persen</i>)
Perumusan arahan penyediaan RTH untuk menyerap emisi CO₂ kendaraan di kawasan studi	Ruang Terbuka Hijau untuk menyerap emisi CO ₂ kendaraan bermotor	Daya serap pohon terhadap CO ₂	Kemampuan vegetasi berupa pepohonan dalam menyerap emisi CO ₂ dalam kurun waktu tertentu. <i>Dinyatakan dalam satuan kg/ha/jam</i>
		Luas penutupan vegetasi pohon	Luas minimal tutupan vegetasi berupa pohon yang diperlukan untuk menyerap emisi CO ₂ . <i>Dinyatakan dalam satuan m² maupun hektare</i>
		Jenis-Jenis Tanaman	Jenis-jenis tanaman yang sesuai diterapkan untuk menyerap emisi CO ₂ .

Sumber: Sintesa Tinjauan Pustaka, 2015

3.4 Metode Pengambilan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh jumlah kendaraan yang melewati koridor di wilayah studi selama 24 jam

selama 365 hari. Namun dikarenakan keterbatasan waktu, tenaga dan biaya, maka diambil sampel lalu lintas di wilayah studi pada suatu hari dengan jam tertentu. Sampel lalu lintas paling baik diambil pada jam puncak agar volume kendaraan yang diperoleh merupakan volume maksimum sehingga emisi yang dihasilkan merupakan beban emisi maksimum pula. Identifikasi jam puncak di lokasi studi dilakukan dengan mengacu pada data yang dikeluarkan oleh Dinas Perhubungan Kota Surabaya. Setelah diketahui jam puncak di lokasi studi, kemudian dilakukan survei *traffic counting*. Pengambilan sampel pada saat *traffic counting* dilakukan pada beberapa titik yang dianggap bisa merepresentasikan kondisi lalu lintas di sepanjang koridor studi.

3.5 Metode Penelitian

3.5.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah menggunakan metode survei instansional dan lapangan. Survei instansional dilakukan dengan mengambil data dari instansi-instansi yang berkaitan dengan upaya pencapaian sasaran penelitian. Sedangkan survei lapangan dilakukan dengan cara pengambilan data secara langsung oleh peneliti di lapangan. Beberapa jenis data yang dibutuhkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.10

Tabel 3.10
Pengumpulan Data

Sasaran	Indikator	Variabel	Kebutuhan Data	Sumber Data
Perhitungan lalu lintas harian rata-rata di kawasan studi	Jumlah kendaraan yang melewati koridor studi	Jumlah dan jenis kendaraan yang lewat	Jumlah dan jenis kendaraan	Dinas Perhubungan Surabaya, Observasi lapangan (<i>traffic counting</i>)
		Lama waktu pengamatan	Jam-jam tertentu (jam	Dinas Perhubungan

Sasaran	Indikator	Variabel	Kebutuhan Data	Sumber Data
			puncak)	Surabaya, Observasi lapangan (<i>traffic counting</i>)
Perhitungan emisi gas CO₂ yang dihasilkan kendaraan bermotor di kawasan studi.	Jumlah emisi polutan CO ₂ yang dihasilkan kendaraan bermotor	Jumlah dan jenis kendaraan bermotor	Jumlah dan jenis kendaraan	Observasi lapangan (<i>traffic counting</i>)
		Faktor emisi kendaraan bermotor	Standar faktor emisi (<i>satuan gram/liter</i>)	Buku, jurnal, artikel ilmiah lainnya
		Konsumsi bahan bakar kendaraan	Standar konsumsi bahan bakar kendaraan (<i>satuan liter/100 km</i>)	Buku, jurnal, artikel ilmiah lainnya
		Panjang Jalan	Panjang jalan (<i>satuan kilometer</i>)	Observasi lapangan
		Kategori jalan	Klasifikasi dan fungsi jaringan jalan	Dokumen tata ruang
		Posisi jalan	Peta	Dokumen tata ruang
		Arah	Jumlah arah kendaraan	Observasi lapangan
		Jumlah lajur	Jumlah lajur (<i>lane</i>) yang ada	Observasi lapangan
		Kemiringan jalan	Tingkat kemiringan jalan	Observasi lapangan

Sasaran	Indikator	Variabel	Kebutuhan Data	Sumber Data
Perumusan arahan penyediaan RTH untuk menyerap emisi CO₂ Kendaraan di kawasan studi	Ruang Terbuka Hijau untuk menyerap emisi CO ₂ kendaraan bermotor	Laju serapan CO ₂	(Berupa konsep berdasarkan hasil analisa)	Buku, rencana tata ruang, media, jurnal, artikel ilmiah lainnya
		Luas penutupan vegetasi	(Berupa konsep berdasarkan hasil analisa)	Buku, rencana tata ruang, media, jurnal, artikel ilmiah lainnya
		Jenis-Jenis Tanaman	(Berupa konsep berdasarkan hasil analisa)	Buku, rencana tata ruang, media, jurnal, artikel ilmiah lainnya

Sumber: Penulis, 2015

Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan beberapa metode-metode yaitu:

a. Pengamatan Lapangan

Pengamatan atau observasi lapangan yang dimaksud adalah perhitungan jumlah kendaraan yang lewat atau biasa disebut juga *traffic counting*. Metode *traffic counting* dilakukan pada jam puncak (*peak hour*) agar data yang didapat merupakan volume maksimum kendaraan sehingga emisi yang dihasilkan merupakan beban maksimum pula. *Traffic counting* dilakukan pada beberapa titik yang dianggap dapat merepresentasikan keadaan lalu lintas di sepanjang koridor studi. Peralatan yang perlu dibawa ketika *traffic counting* adalah; *tally-counter*, *smart-phone*, peralatan tulis, *form pengisian*, kamera serta pelindung tubuh. Kegiatan *traffic counting* ini berfungsi untuk mendapatkan kondisi riil jumlah kendaraan bermotor yang melewati koridor studi untuk selanjutnya dihitung emisi CO₂nya.

b. Tinjauan pustaka dari perpustakaan dan instansi

Data-data sekunder yang diperoleh diambil dari referensi buku maupun artikel ilmiah yang tersedia di perpustakaan untuk studi empiri. Tinjauan pustaka instansional mengambil data atau informasi yang memiliki relevansi dengan pembahasan penelitian. Instansi-instansi yang dituju sebagai upaya pencapaian sasaran penelitian adalah; Dinas Perhubungan, Badan Perencanaan Kota, Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang serta Dinas Kebersihan dan Pertamanan.

c. Tinjauan Media

Informasi-informasi lain dapat diperoleh dari media elektronik (TV, internet, radio, dsb) maupun media cetak (majalah, koran, buletin, dsb). Informasi yang diperoleh dalam tinjauan media ini merupakan tambahan dari teori dan wacana empirik yang menjadi acuan untuk merumuskan arahan penyediaan RTH di kawasan studi.

3.5.2 Metode Analisa

Tahapan analisa dalam penelitian ini meliputi 3 (tiga) sasaran penelitian. Masing-masing sasaran terdiri atas teknik analisa data dan output analisa. Adapun rangkuman tahap analisa dapat dilihat dalam Tabel 3.11

Tabel 3.11
Metode Analisa yang Digunakan

Sasaran	Teknik/Metode Analisa	Output Analisa
Perhitungan lalu lintas harian rata-rata di kawasan studi	Kuantitatif (Perhitungan Matematis)	Jumlah dan jenis kendaraan yang melintasi koridor studi
Perhitungan emisi gas CO₂ yang dihasilkan kendaraan bermotor di	Kuantitatif (Perhitungan Matematis)	Total jumlah emisi CO ₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor di koridor studi.

Sasaran	Teknik/Metode Analisa	Output Analisa
kawasan studi		
Perumusan arahan penyediaan RTH untuk menyerap emisi CO ₂ Kendaraan di kawasan studi	Deskripsi Kualitatif dan Kuantitatif (Perhitungan Matematis)	Total kebutuhan luasan RTH untuk menyerap emisi CO ₂ serta konsep pengembangan RTH untuk diterapkan di koridor studi.

Sumber: Penulis, 2015

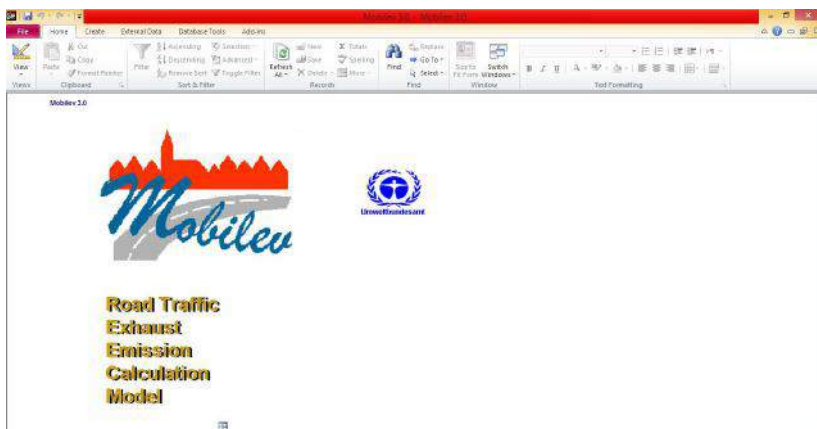
a. Perhitungan Lalu Lintas Harian Rata-rata di Kawasan Studi

Data jumlah kendaraan yang didapat dari hasil perhitungan lapangan (*traffic counting*), ditabulasikan ke dalam satu tabel yang utuh agar mudah diolah. Selanjutnya data diolah dengan menjumlahkan total kendaraan yang lewat pada koridor studi sehingga kemudian dapat diidentifikasi berapakah jumlah kendaraan yang melintasi koridor pada jam-jam puncak (*peak hour*). Hasil perhitungan ini dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam. Kendaraan yang melintasi koridor dibagi-bagi sesuai jenisnya, e.g. mobil, sepeda motor, truk, bis dan sebagainya. Hasil dari tahapan ini digunakan sebagai bahan perhitungan pada analisis berikutnya (perhitungan jumlah emisi CO₂ kendaraan).

b. Perhitungan Emisi Gas CO₂ yang Dihasilkan Kendaraan Bermotor di Kawasan Studi

Dalam penelitian ini, perhitungan emisi CO₂ kendaraan bermotor dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Mobilev 3.0. Mobilev adalah perangkat lunak buatan Jerman yang didesain untuk menghitung emisi kendaraan bermotor. Sebelumnya, Mobilev pernah digunakan untuk menghitung emisi kendaraan bermotor pada

penelitian “Inventarisasi Emisi Kota Surabaya” oleh Tim Pusat Studi Permukiman dan Lingkungan Hidup, LPPM - ITS pada tahun 2013. Cara kerja Mobilev adalah dengan memasukkan *input* data sesuai dengan parameter-parameter yang dibutuhkan, kemudian Mobilev akan memproses *input* dari parameter yang telah dimasukkan dan mengkalkulasikan emisi dari kendaraan yang ada dan setelah beberapa saat, hasil perhitungan Mobilev dapat diketahui dalam tabel hasil (*results output*) yang dapat dikonversikan kedalam format Microsoft Excel.



Gambar 3.4.
Tampilan Awal Mobilev
Sumber: Tahapan Analisa, 2016

Untuk mendapatkan hasil perhitungan emisi yang baik, maka input data dalam Mobilev harus sesuai dengan parameter-parameter yang ada sebelum memulai proses kalkulasi. Parameter-parameter yang ada diantaranya adalah; faktor emisi kendaraan bermotor, jenis bahan bakar, LHR, kategori jalan, posisi jalan, jumlah arah, jumlah lajur, panjang jalan dan kemiringan jalan.

Pada beberapa parameter tersebut, beberapa parameter merupakan *default* dari pengaturan *software*. Pengertian *default*

dalam konteks ini adalah parameter yang ada tidak dapat diubah-ubah dikarenakan sudah menjadi pengaturan dasar dari *software* Mobilev. Parameter-parameter yang bersifat *default* dalam Mobilev diantaranya adalah faktor emisi kendaraan bermotor dan jenis bahan bakar. Faktor emisi adalah nilai rata-rata suatu parameter pencemaran udara dari kendaraan bermotor. Dalam Mobilev, faktor emisi kendaraan bermotor telah diatur secara *default* dibedakan berdasarkan jenis kendaraannya. Sedangkan untuk penggunaan jenis bahan bakar, salah satu kelemahan dari Mobilev adalah belum ada pembedaan antara penggunaan bahan bakar jenis bensin dan solar. Sehingga dalam *software* ini diasumsikan penggunaan bahan bakarnya adalah sama, dimana tidak ada perbedaan dalam proses *input* terhadap penggunaan jenis bahan bakar kendaraan bermotor.

Tabel 3.12
Faktor Emisi Kendaraan Bermotor dalam Mobilev

Jenis Kendaraan	Faktor Emisi (gram/jam*km)			
	CH ₄	CO	N ₂ O	CO ₂
Mobil	0,0008	0,1251	0,0060	66,4949
Motor	0,0092	0,9445	0,0020	60,1184
Truk Kecil	0,0088	3,8335	0,0165	125,7447
Bus	0,0432	3,2649	0,0120	646,2899
Truk Besar	0,0026	0,5958	0,0030	272,4943

Sumber: Mobilev, Road Traffic Exhaust Emission Calculation Model (2016)

Untuk parameter lainnya seperti LHR, kategori jalan, posisi jalan, jumlah arah, jumlah lajur, panjang jalan dan kemiringan jalan dilakukan proses *input* secara manual, yaitu proses *input* data dilakukan berdasarkan hasil survei *traffic counting* dan pengamatan di lapangan. Jika data-data mengenai parameter-parameter tersebut telah tersedia lengkap, maka *input* data dalam Mobilev dapat dimulai.

Single streets, definition of input data

File Home Create External Data Database Tools Add-Ins

Poste-Special Poste-Append X Select Record Select All

Custom Toolbars

ID-no. 1

City Surabaya

Street Tandus - Benowo

Scenario Ausgangssituation

Road category Urban / Distributor-District Connection / SpLimit:50

Position/function Center outskirts, radial streets

Direction type both directions

Area no. 1

Length in m 1600

Average daily traffic 11847

Number of lanes 4

Gradient class 0%

Back Cancel Next

Choose street no.

Gambar 3.5.
Tahap Input Data dalam Mobily
Sumber: Tahapan Analisa, 2016

Pengisian *form* tersebut berdasarkan data-data yang telah dipersiapkan, seperti misalnya; data *traffic counting*, data observasi lapangan maupun dari dokumen-dokumen yang terkait. Petunjuk pengisian *form* tersebut adalah sebagai berikut;

- a. **City/Kota:** adalah nama kota lokasi perhitungan emisi transportasi, dalam hal ini adalah Surabaya.
- b. **Street/Jalan:** adalah nama jalan yang akan dikalkulasikan misal; Jalan Tandés – Benowo.
- c. **Scenario/Skenario:** acuhkan dan jika di lembar berikutnya ada pilihan serupa isikan sama, *Augsangssituation*.
- d. **Road Category/Kategori Jalan:** pilih kategori jalan yang sesuai dan speed limitnya. Misalnya *Urban/Distributor-District Connection Road/SpLimit:50*. Batas kecepatan maksimum bisa disesuaikan dengan ketentuan kecepatan pihak berwenang pada ruas jalan tersebut.
- e. **Position and function/Posisi dan Fungsi:** pilih yang paling sesuai dengan jalan yang akan dikalkulasikan.
- f. **Direction/Arah:** isikan dengan arah lalu lintas pada jalan tersebut apakah dua arah (*both direction*) atau searah (*inwards atau outwards direction*).
- g. **Area no:** abaikan.
- h. **Length/Panjang Jalan:** isikan dengan panjang ruas jalan dikalkulasi dalam satuan meter.
- i. **Average Daily Traffic/Lalu Lintas Harian Rata-Rata:** isikan dengan ADT/jumlah total kendaraan harian hasil survey *traffic counting* yang telah dilakukan.
- j. **Number of Lanes/Jumlah Lajur:** isikan dengan jumlah lajur jalan yang dikalkulasikan.
- k. **Gradient Class/ Kemiringan Jalan:** isikan dengan kemiringan jalan dari ujung ke ujung (bukan kemiringan sisi ke sisi).

Langkah berikutnya adalah dengan memasukkan data lalu lintas harian rata-rata yang telah didapat dari hasil survey *traffic counting*. Data LHR ini dikategorikan berdasarkan jenis kendaraan yang sama. Setelah data LHR dimasukkan, maka Mobilev siap untuk melakukan kalkulasi emisi kendaraan bermotor. Setelah selesai, maka data hasil perhitungan emisi dapat dilihat dalam tabel *output* yang telah disajikan.

P	Q	R	S	T	U	V	W	X
vehicle speed	Benzene in g/(h*km)	Benzene_cold_start CH4 in g/(h*km)	CH4_cold_start	CO in g/(h*km)	CO_cold_start	CO2rep in g/(h*km)	CO2rep_co	
31,41454124	71,38558807	0,518814802	138,0205078	0,4359604591	2461,599609	39,72171021	31963,91211	260,
45,0920372	0,652480006	0,506868184	0,539124846	0,437584758	60,91967773	37,53243256	7126,67387	252,
45,08946991	0,029010542	0,011946591	0,035531722	0,022019815	7,169167995	2,189277172	218,2640076	8,04
25,80955505	0,004944763		0,007106247		1,535848856		856,1329346	
30	71,29915619		137,438736		2391,974854		23762,84375	
31,47360039	62,41033936	0,471698791	119,6319504	0,416477114	2134,803467	35,95963287	27606,66016	236,
45,0404892	0,594959915	0,462254286	0,491600901	0,399069101	55,53090668	34,22887421	6489,481445	230,
45,03571701	0,022950726	0,009444513	0,028102372	0,017408015	5,67209053	1,73075819	172,7348633	6,36
25,79420853	0,00202704		0,002913111		0,629301667		350,7137756	
30	61,79040146		119,1093292		2072,970947		20593,73047	

Gambar 3.6. Penyajian Hasil Kalkulasi Emisi oleh Mobilev
Sumber: Tahapan Analisa, 2016

Dalam perhitungan menggunakan Mobilev, terdapat beberapa emisi jenis kendaraan yang diperhitungkan, diantaranya adalah; CH₄, NO_x, CO, NO₂, CO₂ dan sebagainya. Namun dalam penelitian ini, hasil perhitungan emisi hanya difokuskan pada timbulan CO₂ saja dikarenakan tujuan dari penelitian ini adalah untuk merumuskan arahan penyediaan RTH berdasarkan emisi CO₂ kendaraan bermotor.

c. Perumusan Arahan Penyediaan RTH untuk Menyerap Emisi CO₂ Kendaraan di Kawasan Studi

Perumusan arahan penyediaan RTH di koridor studi menggunakan dua metode analisis, yaitu kuantitatif (perhitungan matematis) dan kualitatif. Perhitungan matematis digunakan untuk mengetahui berapakah jumlah minimal luasan RTH yang harus disediakan sehingga emisi CO₂ kendaraan dapat terserap dengan baik. Menurut Prasetyo dalam Tinambunan (2006), daya serap pohon terhadap CO₂ dapat dilihat pada Tabel 3.13

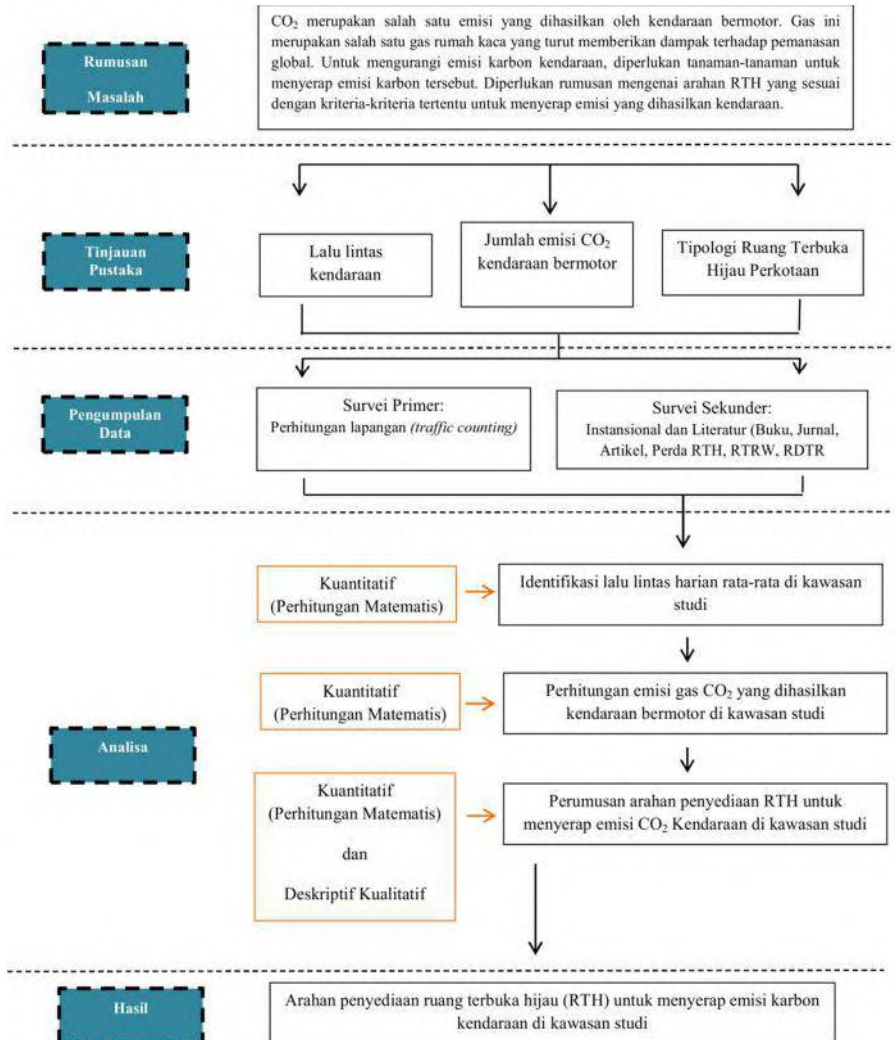
Tabel 3.13
Daya Serap Terhadap Karbon Dioksida Berdasarkan Jenis Tutupan Vegetasi

Tipe Penutupan	Daya Serap terhadap gas CO₂ (kg/ha/jam)	Daya Serap terhadap gas CO₂ (ton/ha/tahun)
Pohon	129,92	569,07
Semak Belukar	12,56	55
Padang Rumput	2,74	12
Sawah	2,74	12

Sumber: Prasetyo dalam Tinambunan (2006)

Setelah diketahui jumlah luasan RTH minimal yang harus ada untuk menyerap emisi CO₂, langkah berikutnya adalah merumuskan arahan penyediaan RTH di koridor studi. Rumusan arahan ini meliputi bentuk RTH, lokasi RTH serta pemilihan jenis vegetasi.

Demikian pembahasan mengenai metode dalam penelitian Arahan Penyediaan Ruang Terbuka Hijau Untuk Menyerap Emisi CO₂ Kendaraan Bermotor di Surabaya (Studi Kasus: Koridor Jalan Tandes Hingga Benowo). Untuk lebih jelasnya mengenai ringkasan metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.7



Gambar 3.7. Diagram Tahapan Penelitian

Sumber: Penulis, 2016

Tabel 3.14.
Desain Penelitian

Sasaran	Indikator	Variabel	Data	Sumber Data	Cara Memperoleh Data	Metode Analisa	Output
Perhitungan lalu lintas harian rata-rata di kawasan studi	Jumlah kendaraan yang melewati koridor studi	Jumlah kendaraan yang lewat	Jumlah kendaraan	Dinas Perhubungan Surabaya, Observasi lapangan	Survei Primer (<i>traffic counting</i>) dan Survei Sekunder	Kuantitatif (Perhitungan Matematis)	Jumlah kendaraan bermotor yang melintasi koridor studi
		Lama waktu pengamatan	Jam tertentu (jam puncak)	Dinas Perhubungan Surabaya, Observasi lapangan	Survei Primer (<i>traffic counting</i>) dan Survei Sekunder		
Perhitungan emisi gas CO₂ yang dihasilkan kendaraan bermotor di kawasan studi.	Jumlah polutan CO ₂ yang dihasilkan kendaraan bermotor	Jumlah kendaraan bermotor	Jumlah kendaraan	Observasi lapangan (<i>traffic counting</i>)	Survei Primer (<i>traffic counting</i>) dan Survei Sekunder	Kuantitatif (Perhitungan Matematis)	Total jumlah emisi CO ₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor di koridor studi.
		Faktor emisi kendaraan bermotor	Standar faktor emisi	Buku, jurnal, artikel ilmiah lainnya	Survei Sekunder		
		Konsumsi bahan bakar kendaraan	Standar konsumsi bahan bakar kendaraan (<i>satuan liter/100 km</i>)	Buku, jurnal, artikel ilmiah lainnya	Survei Sekunder		
		Panjang Jalan	Panjang jalan (<i>satuan kilometer</i>)	Observasi lapangan	Survei Primer		
		Kategori jalan	Klasifikasi dan fungsi jaringan jalan	Dokumen tata ruang	Survei Sekunder		
		Posisi jalan	Peta	Dokumen tata	Survei Sekunder		

				ruang			
		Arah	Jumlah arah kendaraan	Observasi lapangan	Survei Primer		
		Jumlah lajur	Jumlah lajur (<i>lane</i>) yang ada	Observasi lapangan	Survei Primer		
		Kemiringan jalan	Tingkat kemiringan jalan	Observasi lapangan	Survei Sekunder		
Perumusan arahan penyediaan RTH untuk menyerap emisi CO₂ Kendaraan di kawasan studi	Ruang Terbuka Hijau untuk menyerap emisi CO ₂ kendaraan bermotor	Daya serap pohon terhadap CO ₂	(Berupa konsep berdasarkan hasil analisa)	Buku, rencana tata ruang, media, jurnal, artikel ilmiah lainnya	Survei Sekunder	Deskripsi Kualitatif dan Kuantitatif (Perhitungan Matematis)	Kebutuhan RTH untuk menyerap emisi CO ₂ kendaraan bermotor serta arahan pengembangan RTH untuk diterapkan di koridor studi.
		Luas penutupan vegetasi pohon	(Berupa konsep berdasarkan hasil analisa)	Buku, rencana tata ruang, media, jurnal, artikel ilmiah lainnya	Survei Sekunder		
		Jenis-jenis tanaman	(Berupa konsep berdasarkan hasil analisa)	Buku, rencana tata ruang, media, jurnal, artikel ilmiah lainnya	Survei Sekunder		

Sumber: Tinjauan Pustaka dan Metode Analisa, 2015

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Wilayah

Sesuai dengan tujuan penelitian ini, yaitu merumuskan arahan penyediaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) untuk menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor, maka lokasi studi yang diambil pada penelitian ini adalah sebuah koridor jalan raya. Koridor jalan raya yang ingin diteliti adalah koridor Jalan Tandes hingga Benowo Surabaya. Dilihat dari segi lokasinya, koridor studi merupakan akses yang menghubungkan antara Surabaya barat dengan bagian kota lainnya. Koridor Jalan Tandes hingga Benowo memiliki panjang sekitar 8.1 km yang melingkupi 3 (tiga) kecamatan, yaitu: Tandes, Benowo dan Pakal. Koridor ini membentang dari Jalan Tandes hingga Benowo yang terdiri atas beberapa nama ruas jalan, yaitu:

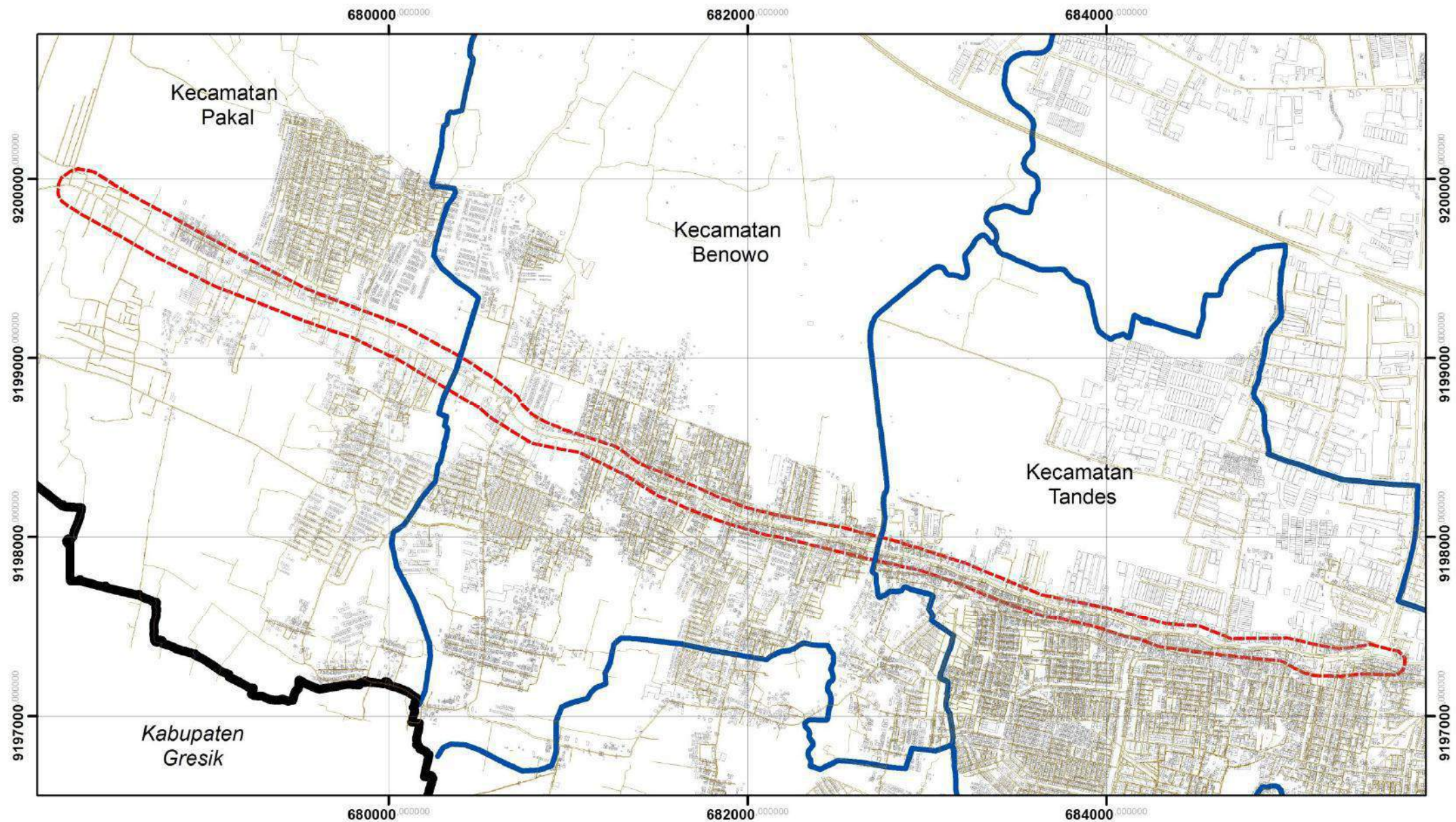
Jl Raya Tandes – Jl Raya Bibis – Jl Raya Manukan Wetan – Jl Raya Manukan Kulon – Jl Raya Banjarsugihan – Jl Klakah Rejo – Jl Moroseneng – Jl Raya Kandangan – Jl Raya Sememi – Jl Raya Benowo – Jl Raya Babat Jerawat – Jl Pakal – Jl Raci – Jl Benowo

Untuk lebih jelasnya mengenai wilayah studi, dapat dilihat pada Peta Batas Wilayah Penelitian

4.1.1 Penggunaan Lahan di Koridor Tandes – Benowo Surabaya

Terdapat berbagai jenis penggunaan lahan di sekitar koridor Jalan Tandes – Benowo. Namun, penggunaan lahan yang paling dominan di sekitar koridor Jalan Tandes – Benowo adalah berupa permukiman dan pergudangan. Perkembangan Kota Surabaya yang cenderung ke bagian barat kota saat ini menjadikan koridor Tandes - Benowo sebagai salah satu aksesibilitas utama dari dan menuju ke kawasan permukiman tersebut. Kawasan permukiman yang telah berkembang pesat di sekitar wilayah studi diantaranya adalah Perumnas Tandes (Manukan dan Tengger), permukiman Citra Land

(halaman ini sengaja dikosongkan)



Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Arahan Penyediaan Ruang Terbuka Hijau
Untuk Menyerap Emisi CO₂ Kendaraan
Bermotor di Surabaya (Studi Kasus: Koridor
Jalan Raya Tandes Hingga Benowo)

Peta Wilayah Penelitian

Legenda

- Jalan
- Batas Kecamatan
- - - Batas Wilayah Studi

Inset Peta



Proyeksi : Transverse Mercator
Sistem Grid : Grid Geografi dan Grid UTM
Datum Horizontal : WGS 1984 UTM Zone 49S

Sumber Peta :
Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang
Kota Surabaya Tahun 2014

(halaman ini sengaja dikosongkan)

Group, permukiman Banjar Sugihan hingga permukiman di kawasan Benowo dan Pakal. Selain permukiman, terdapat juga aktivitas pergudangan di sepanjang koridor. Koridor Jalan Tandes – Benowo juga berperan sebagai salah satu aksesibilitas utama dalam distribusi barang dari pergudangan Margomulyo ke Kabupaten Gresik dan sekitarnya, sehingga tak jarang kendaraan-kendaraan niaga turut lalu lalang di sepanjang koridor ini.

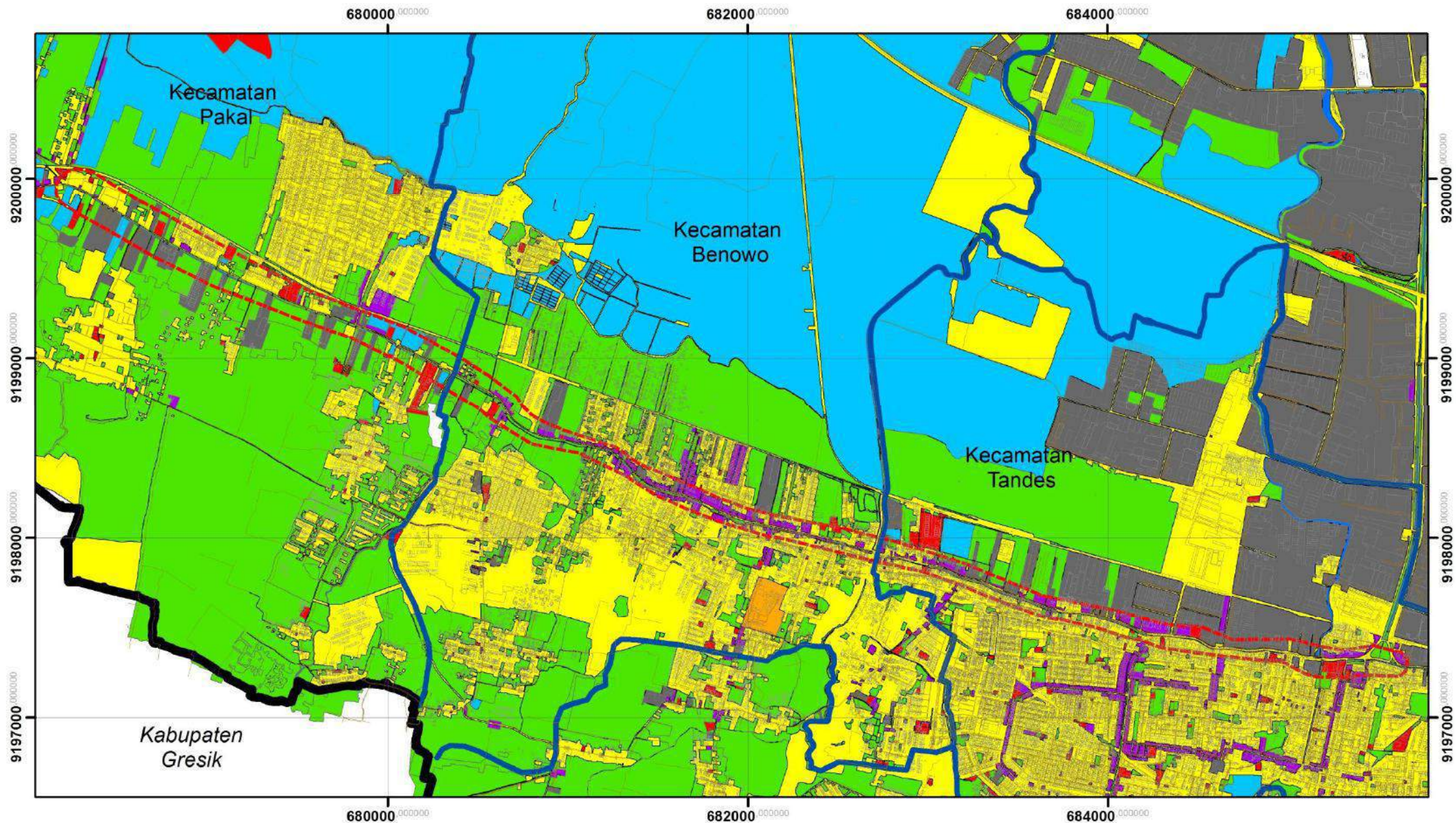
Selain lahan permukiman, pada koridor Tandes – Benowo Surabaya masih banyak terdapat lahan-lahan yang kosong atau belum terbangun. Lahan-lahan kosong ini kelak mempunyai potensi untuk dimanfaatkan sebagai RTH, terutama pada lahan-lahan yang dikuasai oleh pemerintah. Penambahan RTH baru di sekitar koridor studi diharapkan mampu meningkatkan fungsi ekologis terhadap penyerapan emisi CO₂ kendaraan bermotor. Gambaran mengenai penggunaan lahan di sekitar koridor studi dapat dilihat pada Peta Penggunaan Lahan.

4.1.2 Karakteristik Umum Lalu Lintas di Koridor Tandes – Benowo Surabaya

a. Fungsi Jaringan Jalan

Berdasarkan Perda Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Surabaya, koridor Jalan Tandes hingga Benowo akan ditetapkan sebagai jalan arteri sekunder. Jalan arteri sekunder adalah jalan yang memiliki fungsi untuk melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah masuk dibatasi se-efisien mungkin. Jalan arteri sekunder memiliki peran pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat dalam kota. Jalan arteri sekunder sering pula disebut dengan jalan protokol. Berdasarkan Pedoman Penentuan Klasifikasi Fungsi Jalan di Kawasan Perkotaan, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2004), ciri-ciri spesifik mengenai jalan arteri sekunder adalah sebagai berikut; 1) Jalan arteri sekunder dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah tiga puluh kilometer per jam. 2) Lebar badan jalan tidak kurang dari

delapan meter. 3) Lalu lintas cepat pada jalan arteri sekunder tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat. 4) Akses langsung dibatasi tidak boleh lebih pendek dari 250 meter. 5) Kendaraan angkutan barang ringan dan bus untuk pelayanan kota dapat diizinkan melalui jalan ini. 6) Persimpangan pada jalan arteri sekunder diatur dengan pengaturan tertentu yang sesuai dengan volume lalu lintasnya. 7) Jalan arteri sekunder mempunyai kapasitas sama atau lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata. 8) Lokasi berhenti dan parkir pada badan jalan sangat dibatasi dan seharusnya tidakizinkan pada jam sibuk.



Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Arahan Penyediaan Ruang Terbuka Hijau
Untuk Menyerap Emisi CO₂ Kendaraan
Bermotor di Surabaya (Studi Kasus: Koridor
Jalan Raya Tandes Hingga Benowo)

Peta Penggunaan Lahan

Legenda

- | | |
|---------------------------|----------------------|
| Batas Wilayah Perencanaan | Mangrove |
| Jalan | Perdagangan dan Jasa |
| Boezem | Perumahan |
| Fasilitas Umum | Lahan Kosong |
| Industri dan Pergudangan | Sungai |
| Kawasan Militer | Tambak |

Inset Peta



Proyeksi : Transverse Mercator
Sistem Grid : Grid Geografi dan Grid UTM
Datum Horizontal : WGS 1984 UTM Zone 49S

Sumber Peta :
Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang
Kota Surabaya Tahun 2014

(halaman ini sengaja dikosongkan)

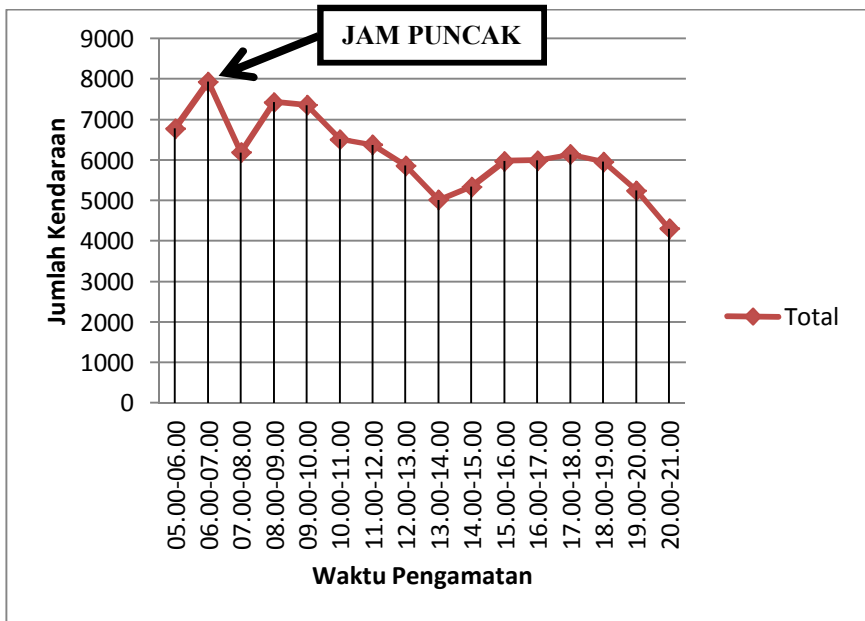
9) Harus mempunyai perlengkapan jalan yang cukup seperti rambu, marka, lampu pengatur lalu lintas, lampu jalan dan lain-lain. 10) Besarnya lalu lintas harian rata-rata pada umumnya paling besar dari sistem sekunder yang lain. 11) Dianjurkan tersedianya Jalur Khusus yang dapat digunakan untuk sepeda dan kendaraan lambat lainnya. 12). Jarak selang dengan kelas jalan yang sejenis lebih besar dari jarak selang dengan kelas jalan yang lebih rendah.

Berdasarkan hasil observasi lapangan, saat ini koridor studi masih belum bisa memenuhi semua ciri-ciri yang ditetapkan oleh pedoman tersebut, seperti misalnya; kecepatan rata-rata kendaraan di koridor studi adalah kurang dari tiga puluh kilometer per jam dikarenakan seringnya terjadi kemacetan terutama pada jam sibuk. Selain itu, pada koridor jalan ini, kapasitas jalan lebih kecil daripada volume kendaraan sehingga tak jarang pula terjadi kepadatan lalu lintas. Namun, seiring perkembangan pelebaran jalan menggunakan *box culvert*, diharapkan kapasitas jalan pada koridor ini kedepannya bisa ditingkatkan. Peta mengenai klasifikasi jalan di koridor studi dapat dilihat pada Peta Rencana Jaringan Jalan.

b. Lalu Lintas Harian di Koridor Jalan Tandes – Benowo Surabaya

Lalu lintas harian rata-rata merupakan jumlah kendaraan yang melewati suatu ruas jalan dalam waktu tertentu. Koridor Jalan Tandes – Benowo merupakan salah satu ruas jalan yang sibuk karena merupakan salah satu akses utama dari Surabaya barat menuju pusat kota. Kondisi penggunaan lahan di sekitar koridor yang merupakan dominasi antara permukiman dan pergudangan membuat koridor ini selalu padat oleh kendaraan hampir di setiap waktu. Data mengenai kondisi lalu lintas diambil pada jam puncak, sehingga jumlah emisi yang dihasilkan adalah emisi maksimal. Data dari Dinas Perhubungan Surabaya menunjukkan bahwa, jam tersibuk di koridor Tandes - Benowo adalah pada pukul 06.00-07.00 pagi dimana jumlah kendaraan yang melintas pada ruas ini adalah sebanyak 7983 kendaraan. Pada jam ini, kondisi lalu lintas amatlah buruk dimana

kemacetan terjadi pada beberapa titik di ruas jalan ini. Hal ini terjadi akibat pada jam tersebut merupakan jam masuk kantor dan jam masuk sekolah, sehingga koridor jalan dipadati oleh pegawai yang mau berangkat bekerja dan siswa yang mau pergi ke sekolah. Pada jam tersebut, berbagai jenis kendaraan, mulai dari sepeda motor, mobil pribadi, angkot dan kendaraan barang tumpah ruah bercampur menjadi satu menyebabkan kualitas udara yang tidak sehat akibat polusi CO₂ kendaraan bermotor. Untuk data mengenai lalu lintas harian di koridor Tandes dapat dilihat pada grafik berikut ini;



Gambar 4.8

Grafik Jumlah Kendaraan Berdasarkan Waktu Pengamatan

Sumber: Dinas Perhubungan Surabaya, Publikasi 2015

Dari grafik diatas, dapat diketahui bahwa jam puncak pada koridor Tandes – Benowo adalah pada jam 06.00 – 07.00 pagi. Data mengenai jam puncak ini akan digunakan sebagai acuan dalam melaksanakan survei *traffic counting*.



Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Arahan Penyediaan Ruang Terbuka Hijau untuk Menyerap
Emisi CO₂ Kendaraan Bermotor di Kota Surabaya
(Studi Kasus: Koridor Jalan Tandes - Benowo)

PETA RENCANA JARINGAN JALAN KOTA SURABAYA



1:50.000

0 1,25 2,5 5 7,5
Km

Sistem Proyeksi : Universal Transverse Mercator
Proyeksi Sistem Koordinat : WGS 84 Zone 49 S
Datum : D_WGS_1984

INSET PETA



Daerah Yang Diteliti

Legend

- Batas Provinsi
- Batas Kabupaten/Jatin
- Batas Kecamatan
- Batas Kelurahan
- Pusat Pemerintahan Provinsi
- Pusat Pemerintahan Kabupaten
- Pusat Pemerintahan Kecamatan
- Jalan
- Jalan KA
- Sungai
- Garis Pantai
- Danau

Rencana Jaringan Jalan

- Rencana Jalan Tol
- Rencana Jalan Arteri Primer
- Rencana Jalan Arteri Sekunder
- Rencana Jalan Batas Hambatan
- Rencana Jalan Kolektor Primer
- Rencana Jalan Kolektor Sekunder
- Rencana Frontage Road

Sumber:

Perda No 12 Tahun 2014 tentang RTRW Kota Surabaya

(halaman ini sengaja dikosongkan)

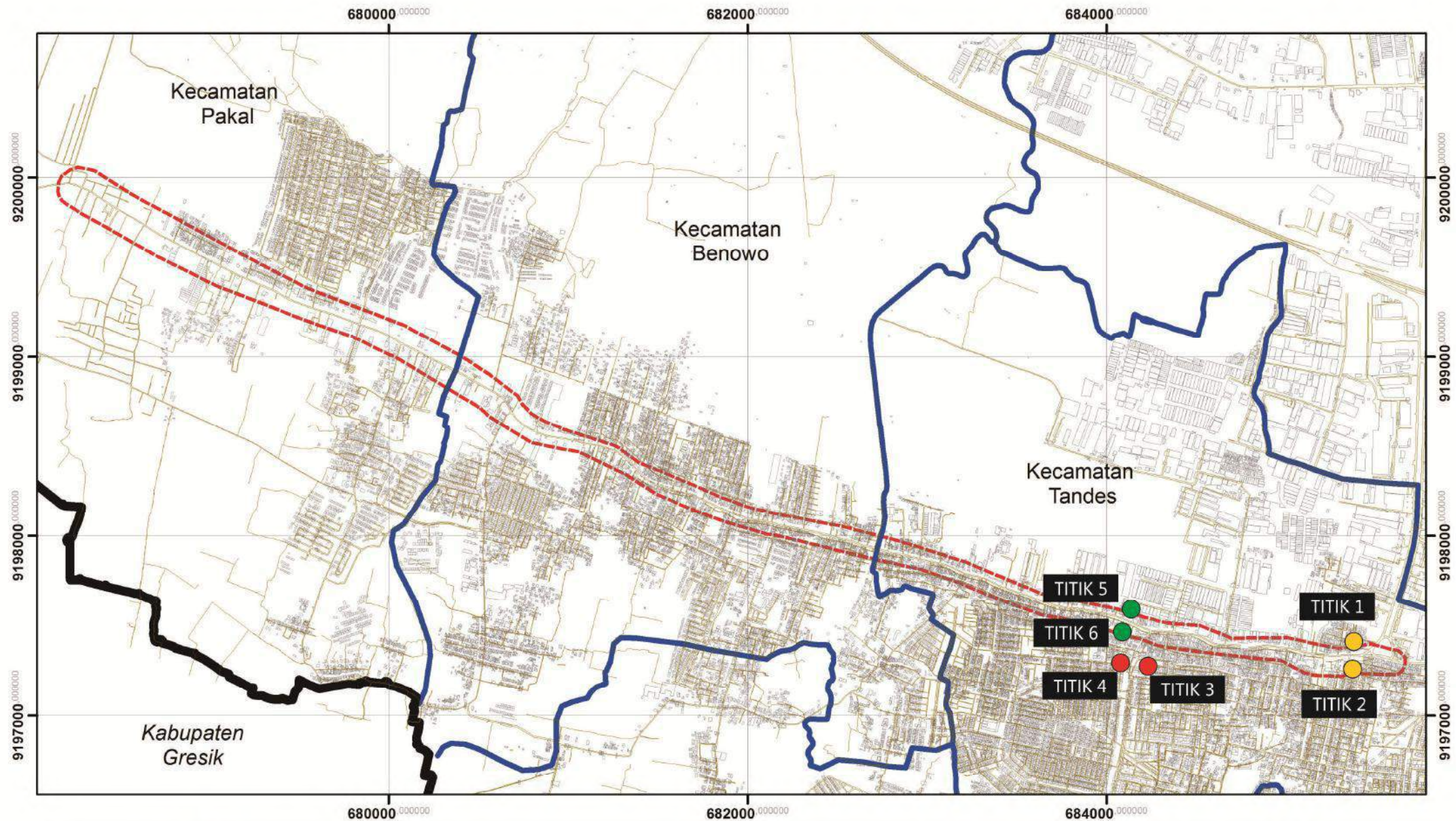
4.2 Perhitungan Lalu Lintas Harian Rata-Rata di Koridor Tandes - Benowo

Perhitungan Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) di wilayah studi koridor Tandes – Benowo Surabaya, dilaksanakan pada saat jam puncak (*peak hour*). Dengan menggunakan acuan data dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya yang telah disajikan sebelumnya, maka ditetapkan waktu jam puncak untuk survei perhitungan lapangan (*traffic counting*) adalah pada pukul 06.00 – 07.00 pagi.

Hari yang diambil adalah pada hari kerja (*workdays*) dengan mengambil sampel hari kamis (10 Maret 2016). Lokasi survei diambil pada 6 titik pengamatan, dimana;

- **Titik 1 dan 2** dipilih pada pintu masuk koridor (digambarkan oleh titik berwarna jingga).
- **Titik 3 dan 4** diletakkan di dekat pertigaan antara Jalan Manukan dan Koridor Tandes – Benowo (digambarkan oleh titik berwarna merah). Dua titik ini diletakkan sedemikian rupa untuk mengetahui interaksi arus kendaraan yang masuk dan keluar dari koridor Tandes – Benowo ke Manukan. Hal ini mengingat kawasan Manukan dan sekitarnya merupakan salah satu pusat konsentrasi permukiman yang besar dan memiliki dampak yang signifikan terhadap bangkitan dan tarikan kendaraan yang melewati koridor Tandes – Benowo, sehingga diperlukan pengamatan pada titik ini.
- **Titik 5 dan 6** diletakkan di sebelah barat pertigaan Manukan. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui arus kendaraan dari dan menuju ke arah barat (arah benowo). Untuk lebih jelasnya mengenai titik pengamatan dapat dilihat pada Peta Persebaran Titik Pengamatan *traffic counting*.

(halaman ini sengaja dikosongkan)



Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Arahan Penyediaan Ruang Terbuka Hijau
Untuk Menyerap Emisi CO₂ Kendaraan
Bermotor di Surabaya (Studi Kasus: Koridor
Jalan Raya Tandes Hingga Benowo)

Peta Persebaran Titik
Traffic Counting

Legenda

- Jalan
- Batas Kecamatan
- - - Batas Wilayah Studi

Inset Peta



Skala Peta

0 0.125 0.25 0.5 0.75 1 Kilometers
1:28.000

Proyeksi : Transverse Mercator
Sistem Grid : Grid Geografi dan Grid UTM
Datum Horizontal : WGS 1984 UTM Zone 49S

Sumber Peta :
Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang
Kota Surabaya Tahun 2014

(halaman ini sengaja dikosongkan)



Gambar 4.9

Potret Kemacetan Lalu Lintas di Koridor Tandes - Benowo pada Jam Sibuk (Pukul 06.00-07.00 WIB)






Sumber: Survei Lapangan, Maret 2016

Pelaksanaan *traffic counting* difokuskan pada kendaraan bermotor saja, hal ini dikarenakan salah satu sasaran dalam penelitian ini adalah untuk menghitung emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Maka dari itu, jenis kendaraan yang dicacah adalah kendaraan yang menggunakan mesin dimana dalam penelitian ini digolongkan menjadi 1) Mobil, 2) Sepeda Motor, 3) Bis, 4) Truk Kecil dan 5) Truk Besar. Untuk kendaraan yang tidak menggunakan mesin, seperti; sepeda, becak ataupun semacamnya tidak dicacah dikarenakan tidak menghasilkan emisi CO₂ dalam jumlah yang signifikan.

Jumlah kendaraan hasil perhitungan *traffic counting* ini nantinya akan digunakan sebagai salah satu bahan untuk menghitung emisiss karbon dioksida yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor di Koridor Tandes – Benowo Surabaya.

Tabel 4.15 merupakan hasil dari perhitungan lapangan (*traffic counting*) kendaraan bermotor yang dilaksanakan pada hari kamis tanggal 10 Maret 2016 di Koridor Tandes – Benowo Surabaya.

Tabel 4.15
Hasil Perhitungan Traffic Counting

Titik Pengamatan	Mobil 	Motor 	Bis 	Truk Kecil 	Truk Besar 
Titik 1 dan 2					
(Arah Benowo)	463	3069	8	6	0
(Arah Kota)	627	7642	12	20	0
Titik 3 dan 4					
(Arah Tandes)	24	369	0	0	0
(Arah Kota)	113	1207	12	14	0
Titik 5 dan 6					
(Arah Benowo)	467	2735	8	6	0
(Arah Kota)	524	6548	0	15	0

Sumber: Survei Lapangan, 10 Maret 2016

Dari hasil perhitungan *traffic counting* diatas, dapat dilihat bahwa jenis kendaraan yang paling banyak lewat pada koridor Tandes – Benowo pada jam 06.00 – 07.00 pagi adalah sepeda motor kemudian diikuti dengan mobil. Hal ini dikarenakan dua moda transportasi ini merupakan moda yang paling banyak digunakan oleh siswa yang berangkat ke sekolah maupun orang yang berangkat ke kantor. Untuk bis dan truk kecil ada beberapa yang lewat namun jumlahnya tidak signifikan. Sedangkan untuk truk besar, pada saat *traffic counting* tidak ditemukan sama sekali truk besar yang lewat. Hal ini dikarenakan adanya aturan mengenai larangan kendaraan berat (trailer, tronton, dsb) untuk memasuki jalan kota pada jam-jam tertentu, termasuk jam 06.00-07.00 pagi, sehingga ketika *traffic counting* dilakukan pada jam tersebut tidak ditemukan adanya truk besar yang lewat.

4.3 Perhitungan Emisi CO₂ Kendaraan Bermotor di Koridor Tandes – Benowo Menggunakan Mobilev 3.0

Perhitungan emisi CO₂ dari kendaraan bermotor dibantu dengan menggunakan bantuan perangkat lunak Mobilev 3.0; *Road Traffic Exhaust Emission Calculation Model*, dimana data yang didapat dari *traffic counting* dan pengamatan di lapangan akan digunakan *input* sebagai Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) di kawasan studi.

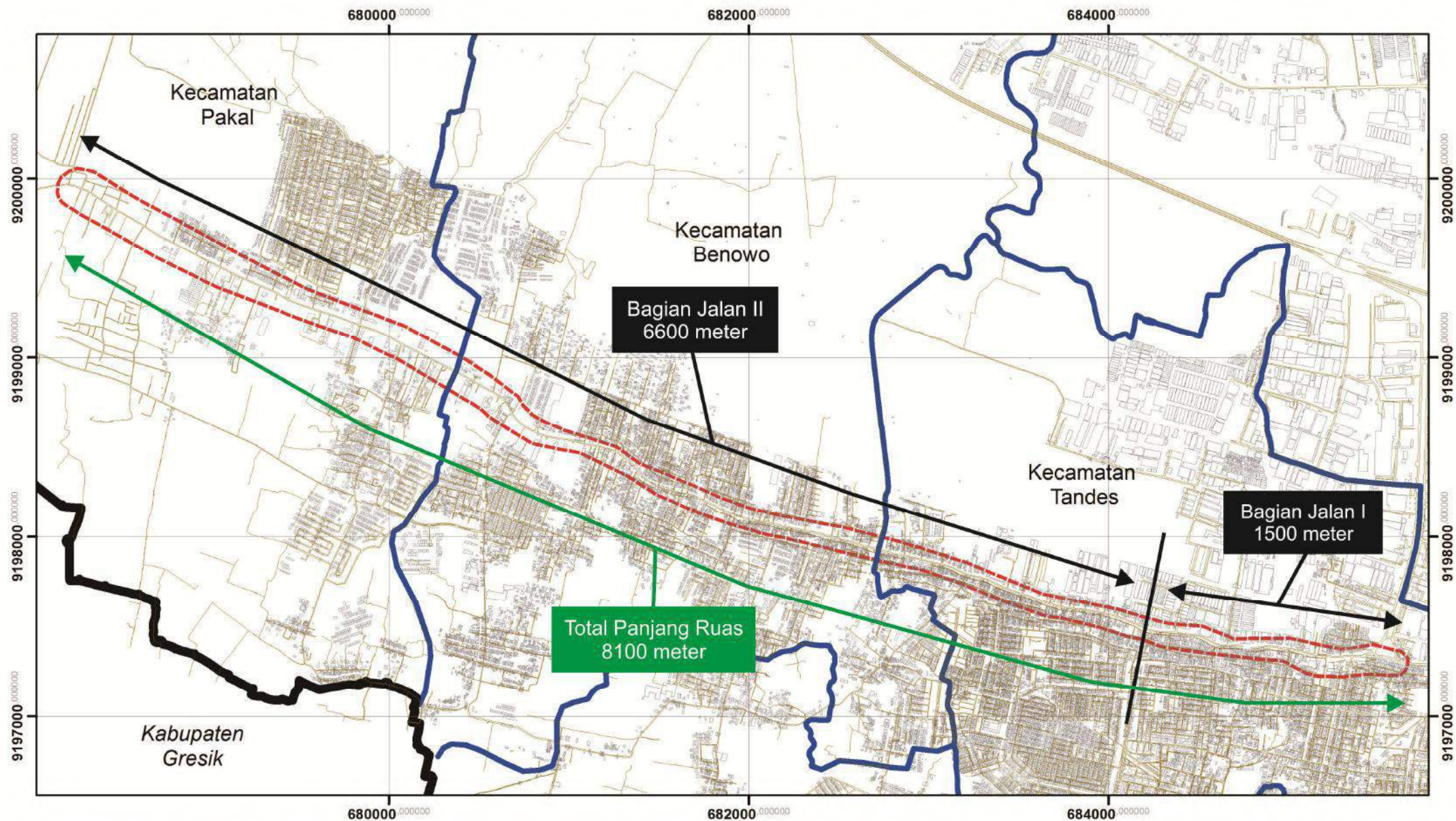
Sebelum dimulai *running* data pada Mobilev, data hasil *traffic counting* diolah terlebih dahulu. Berdasarkan jumlah titik *traffic counting*, koridor Jalan Tandes – Benowo dibagi menjadi dua bagian, yaitu Bagian Jalan I dan Bagian Jalan II. Hal ini dilakukan akibat adanya pertigaan Manukan yang dianggap memiliki dampak yang signifikan terhadap arus kendaraan yang keluar dan masuk ke koridor Tandes – Benowo. Maka dari itu, pembagian jalan menjadi dua bagian dibagi pada titik di dekat Manukan sebagai batasnya.

Berdasarkan perhitungan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG), panjang jalan pada;

- **Bagian Jalan I** adalah 1500 meter, dan
- **Bagian Jalan II** adalah 6600 meter

Apabila ditotal, panjang keduanya adalah 8100 meter (8,1 kilometer). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Peta Pembagian Ruas Jalan.

(halaman ini sengaja dikosongkan)



Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

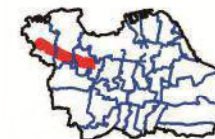
Arahan Penyediaan Ruang Terbuka Hijau
Untuk Menyerap Emisi CO₂ Kendaraan
Bermotor di Surabaya (Studi Kasus: Koridor
Jalan Raya Tandes Hingga Benowo)

Peta Pembagian Ruas Jalan

Legenda

- Jalan
- Batas Kecamatan
- - - Batas Wilayah Studi

Inset Peta













Proyeksi : Transverse Mercator
Sistem Grid : Grid Geografi dan Grid UTM
Datum Horizontal : WGS 1984 UTM Zone 49S

Sumber Peta :
Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang
Kota Surabaya Tahun 2014

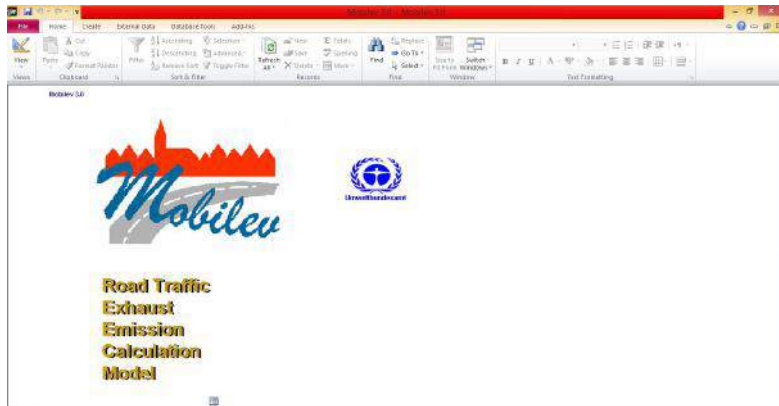
(halaman ini sengaja dikosongkan)

Tabel 4.16
Data LHR Berdasarkan Pembagian Jalan

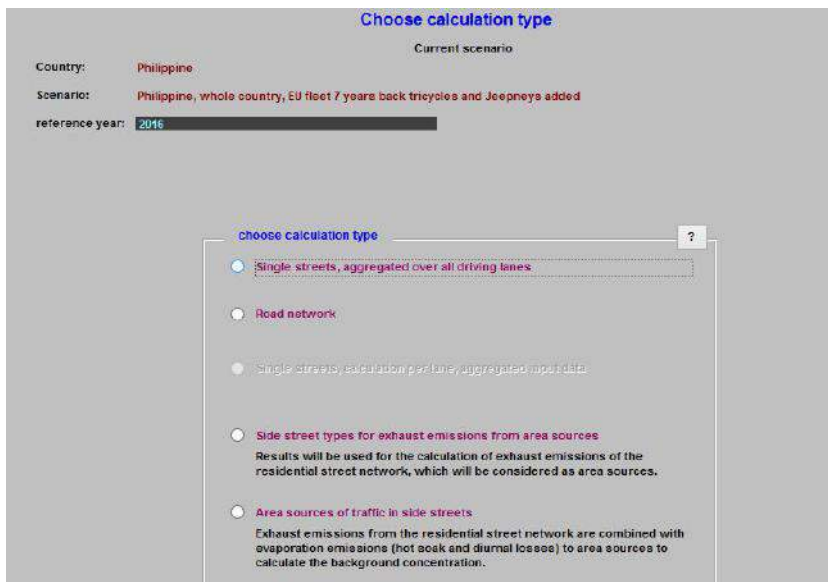
Bagian Jalan I (1500 meter)	Mobil 	Motor 	Bis 	Truk Kecil 	Truk Besar 
(Arah Benowo)	463	3069	8	6	0
(Arah Kota)	627	7642	12	20	0
Total	1090	10711	20	26	0
Total kendaraan pada ruas jalan Bagian I = 11847 kendaraan					
Bagian Jalan II (6600 meter)	Mobil 	Motor 	Bis 	Truk Kecil 	Truk Besar 
(Arah Tandes)	467	2735	8	6	0
(Arah Kota)	524	6548	0	15	0
Total	991	9283	8	21	0
Total kendaraan pada ruas jalan Bagian II = 10303 kendaraan					

Sumber: Hasil Analisa, 2016

Data LHR dan panjang jalan diatas telah siap diolah pada Mobilev. Namun selain data LHR, diperlukan data sesuai parameter-parameter lainnya sebagai input untuk *running process*, diantaranya adalah jumlah lajur, tingkat kemiringan jalan, kategori jalan, posisi jalan serta arah. Data-data ini didapat melalui observasi lapangan bersamaan ketika proses *traffic counting* dilakukan. Setelah data-data ini siap, proses input data pada Mobilev dapat dimulai seperti pada langkah-langkah di bawah ini.



Langkah 1. Jalankan aplikasi Mobiler



Langkah 2. Pada Menu Bar klik “Add-Ins” (pada pilihan paling kanan), lalu pilih “Define calculation case” kemudian klik pada pilihan “Calculate case” dan akan muncul jendela seperti gambar diatas. Mengingat aplikasi Mobiler belum didesain khusus untuk kondisi lalu lintas di Indonesia, maka dipilih Negara Filipina, dengan

skenario EU fleet 7 years back tricycles and Jeepneys added. Hal ini diasumsikan bahwa Filipina memiliki skenario lalu lintas yang mirip dengan Indonesia. Untuk tahun diisi dengan tahun pelaksanaan penelitian (2016). Kemudian untuk jenis kalkulasinya, pilih “single streets, aggregated over all driving lanes”. Untuk yang terakhir klik pada pilihan “Define new case.”

The screenshot shows the 'Single streets, definition of input data' window in the Mobility 1.0 application. The form includes the following fields and values:

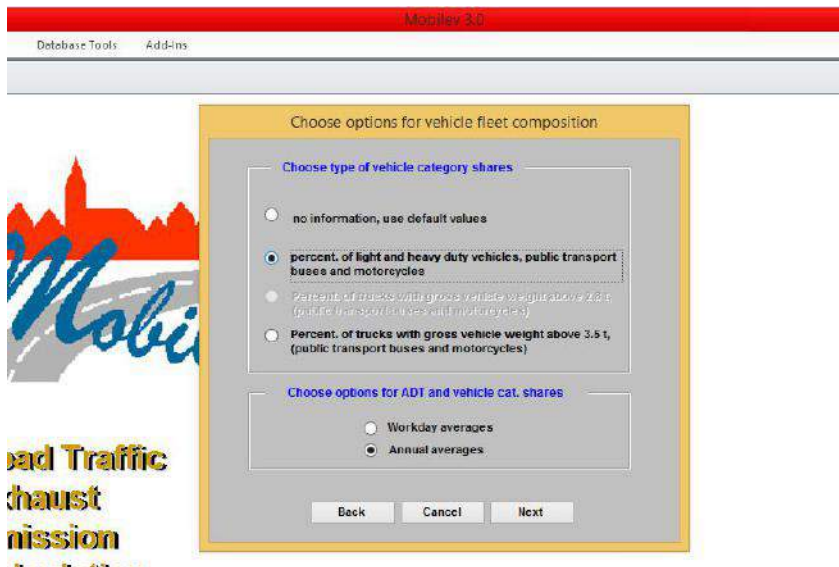
- ID-no.**: 1
- City**: Surabaya
- Street**: Tandee-Benowo Bagian I
- Scenario**: Ausgangssituation
- Road category**: Urban / Distributor-District Connection / SpLimit:50
- Position/function**: Center outskirts, radial streets
- Direction type**: both directions
- Area no.**: 1
- Length in m**: 1500
- Average daily traffic**: 11847
- Number of lanes**: 4
- Gradient class**: 0%

Langkah 3. Setelah muncul jendela seperti gambar diatas, lakukan proses input data sesuai hasil survei yang telah dilaksanakan. Berdasarkan hasil survei lapangan, maka pengisian form diatas adalah sebagai berikut;

- **Kota**: diisi dengan Surabaya
- **Jalan**: diisi dengan nama jalan yang diteliti (dalam hal ini dimasukkan jalan bagian I)
- **Skenario**: tidak usah diubah (pilihan default)
- **Kategori Jalan**: dikarenakan koridor Tandes-Benowo ditetapkan sebagai jalan arteri sekunder di Kota Surabaya, maka pilih opsi “Urban/Distributor-District Connection/SpeedLimit:50”. Opsi ini dipilih karena dianggap yang paling sesuai dengan karakteristik Jalan Tandes – Benowo.
- **Posisi Jalan**: karena secara geografis koridor Tandes-Benowo terletak di Surabaya Barat, maka pilih opsi “Center outskirts, radial streets”

- **Arah Jalan:** berdasarkan hasil pengamatan, koridor Tandes-Benowo memiliki 2 arah maka pilih opsi “both directions”
- **Area no:** tidak perlu diubah (pilihan default)
- **Panjang Jalan:** panjang ruas jalan bagian satu adalah 1500 meter
- **Lalu Lintas Harian Rata-Rata:** isikan berdasarkan hasil traffic counting yang telah dilaksanakan, dimana total LHR pada ruas jalan Bagian I adalah 11847 kendaraan
- **Jumlah lajur:** berdasarkan pengamatan terdapat 4 lajur pada ruas jalan Bagian I
- **Kemiringan jalan:** berdasarkan pengamatan lapangan, permukaan jalan di koridor Tandes-Benowo adalah datar, sehingga untuk tingkat kemiringannya diisi dengan 0%

Setelah semuanya telah terisi, klik “Next” untuk melanjutkan pada tahapan berikutnya.



Langkah 4. Kemudian akan muncul jendela kecil seperti gambar diatas. Pada opsi tersebut, pilih “Percent of light and heavy duty vehicles, public transport buses and motorcycles”. Pilihan ini digunakan untuk memasukkan data LHR berdasarkan hasil traffic counting. Kemudian pada opsi berikutnya klik “Annual averages” lalu klik “Next”.

Input of percentages of different vehicle categories

No.	IDseason	Street	Percentages of vehicle categories									
			Default values			Input data		Input data				
			LDV	HDV	Bus	Mot	Scooter	LDV	HDV	Bus	Mot	Scooter
1	0	Tandes-Benowo Bagian I	4,40%	4,40%	0,00%	1,50%	0,20%	0,22%	0,00%	0,17%	0,00%	90,44%
2	0	Henriettestraße	4,40%	4,40%	0,00%	1,50%	0,20%	3,00%	5,00%	0,00%	0,00%	0,00%
3	0	Am Popp	3,20%	2,60%	0,30%	1,20%	0,20%	2,00%	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Back Cancel Next

Langkah 5. Ketika muncul jendela seperti ini, masukkan data LHR berdasarkan jenis kendaraan yang telah dicacah (sepeda motor, mobil, bis, truk kecil dan truk besar). Pada proses ini, data yang dimasukkan adalah dalam bentuk persentase (%) sehingga data LHR yang berupa data mentah dikonversikan ke dalam persen terlebih dahulu agar bisa dilakukan proses running data di Mobilev.

Current scenario

Country: **Philippine**

Scenario: **Philippine, whole country, EU fleet 7 years back tricycles and Jeepneys added**

reference year: **2016**

Calculation parameter

Cold start modelling Stop-go indices

Aggregation stage

☐ No use of stop-go conditions ☒ with mobile air conditioning

Weekend factors ☐ Default values ☐ User defined

Diurnal traffic load variation ☐ Default values ☐ User defined

Cold start frequencies ☐ Default values ☐ User defined

Results to be stored

☐ Averages per season

☒ Daily averages

☒ Annual averages

☒ Hourly results

Parameter tables to be stored

☐ Storage weightings

☐ Diurnal traffic load curves

☐ Weekend factors

☐ Cold start frequency distribution

Langkah 6. Apabila muncul jendela seperti gambar diatas, periksa ulang semua input data apakah sudah benar. Bila sudah diperiksa, kemudian klik opsi “Next”

Calculation modulus

Country: **Philippine**

Scenario: **Philippine, whole country, EU fleet 7 years back tricycles and Jeepneys added**

reference year: **2016**

Existing case names:

- Test1
- Test2
- Test3
- Test4
- Experiment1

Case name:

Jalan Bagian I

Start calculation

Back Cancel

Langkah 7. Ini merupakan langkah terakhir dari proses input data dalam Mobilev. Berikan nama pada proses kalkulasi ini, semisal; “Jalan Bagian I”. Kemudian klik opsi “Start Calculation” dan Mobilev akan secara otomatis memulai proses perhitungan.

Calculation modulus

Country: **Philippine**

Scenario: **Philippine, whole country, EU fleet 7 years back tricycles and Jeepneys added**

reference year: **2016**

Executing calculations

Please be patient

Exhaust emissions are being calculated!

Mobilev

Calculation completed!

OK









Langkah 8. Ketika muncul pemberitahuan seperti gambar diatas, proses kalkulasi emisi kendaraan bermotor oleh Mobilev telah selesai. Hasil kalkulasi oleh Mobilev dapat dilihat pada menu “Add-Ins” lalu klik “Results” dan kemudian klik opsi “Check/export results”.

T	U	V	W	X	Y	Z
CH4_cold_start	CO in g/(h*km)	CO_cold_start	CO2rep in g/(h*km)	CO2rep_cold_start	CO2tot in g/(km³h)	Fuel cons in g/(h*km)
0,459604591	2461,599609	39,72171021	31963,91211	260,3247986	34466,01953	11056,9375
0,437584758	60,91967773	37,53243256	7126,671387	252,2783813	7552,64502	2484,556885
0,022019815	7,169167995	2,189277172	218,2640076	8,046417236	229,9042969	75,42726898
	1,535848856		856,1329346		966,1060791	303,8986816
	2391,974854		23762,84375		25717,36328	8203,054688
0,416477114	2134,803467	35,95963287	27606,66016	236,4343262	29742,31836	9555,666016
0,399069101	55,53090668	34,22887421	6489,481445	230,0731354	6877,011719	2262,42041
0,017408015	5,67209053	1,73075819	172,7348633	6,361186981	181,9538574	59,69324493
	0,629301667		350,7137756		395,7641296	124,4917068
	2072,970947		20593,73047		22287,58789	7109,060547

Gambar diatas adalah hasil kalkulasi Mobilev yang telah di-export kedalam Microsoft Excel. Pada perangkat lunak Mobilev, terdapat beberapa jenis emisi kendaraan bermotor yang dikalkulasi, diantaranya CH₄, CO, NO_x, NO₂, CO₂ dan lain-lain. Namun dalam penelitian ini, hasil emisi kendaraan bermotor hanya difokuskan pada emisi berupa CO₂ saja, yang nantinya data jumlah emisi CO₂ kendaraan bermotor ini digunakan sebagai salah satu bahan dalam merumuskan arahan penyediaan RTH di kawasan studi

Berdasarkan kalkulasi emisi CO₂ dari kendaraan bermotor yang lewat di koridor Jalan Tandes - Benowo oleh perangkat lunak Mobilev, didapat hasil sebagai berikut;

Tabel 4.17
Hasil Perhitungan Emisi CO₂ Menggunakan Mobilev

Bagian Jalan	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (Unit)	Jumlah Emisi CO ₂ (gram/km*jam)
Bagian Jalan I (Panjang 1500 meter)	Mobil 	1090	7552,65
	Truk Kecil 	26	229,90
	Bis 	20	966,11
	Sepeda Motor 	10711	25717,36
	Total	11847 Unit	34466,02 gram
Bagian Jalan II (Panjang 6600 meter)	Mobil 	991	6877,01
	Truk Kecil 	21	181,95
	Bis 	8	395,76
	Sepeda Motor 	9283	22287,59
	Total	10303 Unit	29742,31 gram

Sumber: Hasil Analisis, 2016

Dari perhitungan menggunakan Mobilev diatas, didapat hasil bahwa jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan adalah sebesar **34466,02 gram** pada ruas jalan Bagian I dan **29742,31 gram** pada ruas jalan Bagian II. Namun hasil perhitungan ini masih dalam tahap

perhitungan timbulan emisi CO₂ per-kilometernya (belum mencakup seluruh panjang ruas jalan). Maka dari itu, untuk mendapatkan hasil timbulan emisi CO₂ dari kendaraan bermotor di sepanjang ruas wilayah studi, perlu dilakukan perkalian antara jumlah emisi CO₂ per-kilometernya dengan total panjang ruas jalan yang diteliti. Untuk memudahkan perhitungan, panjang jalan dikonversikan terlebih dahulu kedalam satuan kilometer (km) dan jumlah emisi CO₂ dikonversikan terlebih dahulu kedalam satuan kilogram (kg)

Tabel 4.18
Perhitungan Total Emisi CO₂ di Sepanjang Ruas Jalan

Bagian Jalan	Panjang Jalan (km)	Emisi CO ₂ (kg/km*jam)	Emisi Total (kg/jam)
Bagian Jalan I	1,5	34,47	51,70
Bagian Jalan II	6,6	29,74	196,30
Total	8,1	64,21	248,00

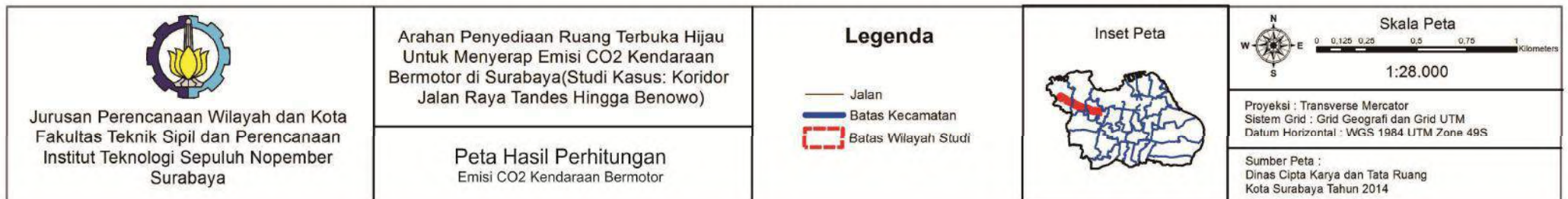
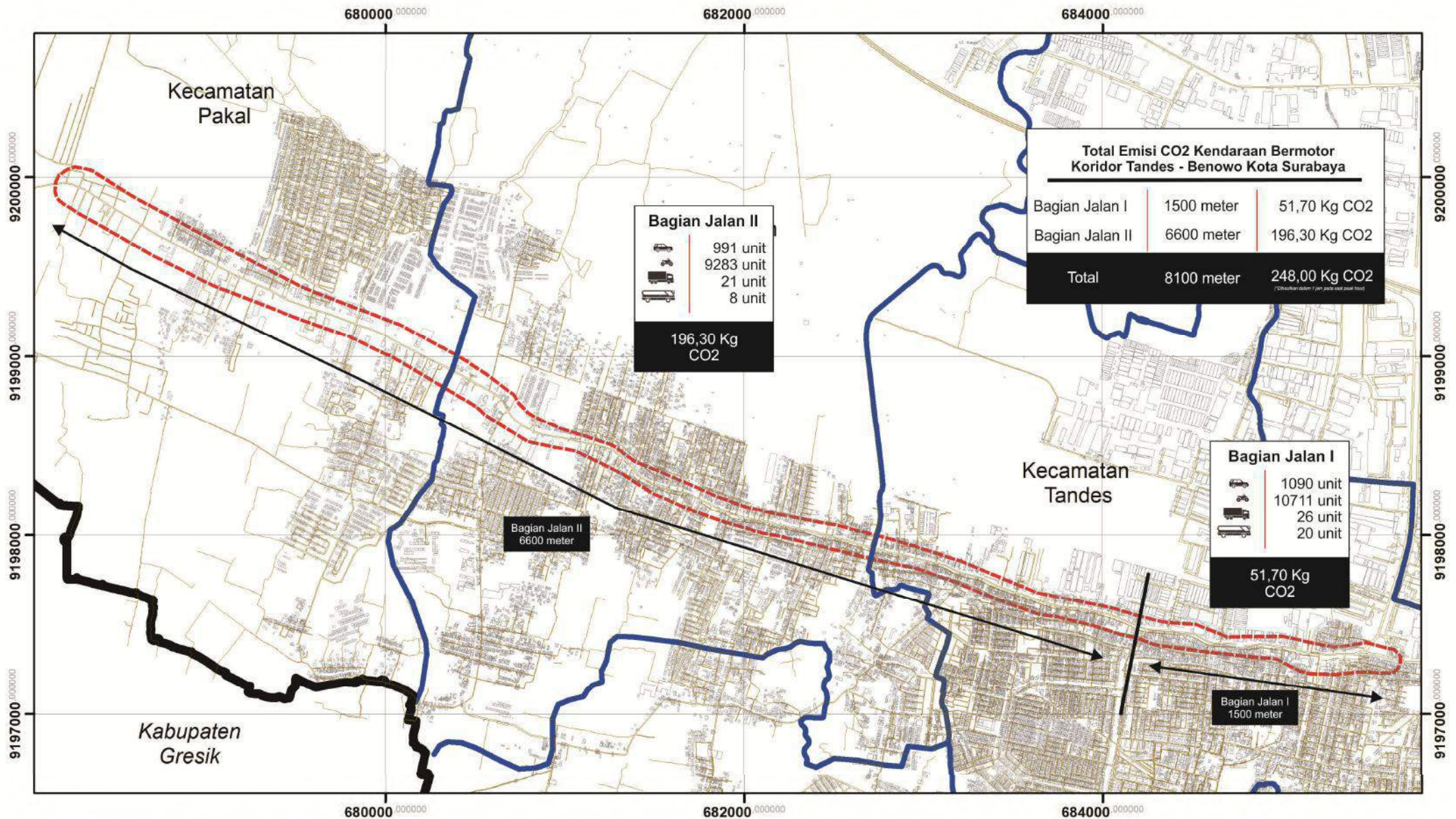
Sumber: Hasil Analisis, 2016

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.18, didapat hasil bahwa total emisi yang ditimbulkan di sepanjang ruas Jalan Tandes-Benowo (sepanjang 8,1 km) adalah 248,00 kg per satu jamnya. Emisi sebesar 248,00 kg merupakan emisi maksimum pada koridor Jalan Tandes-Benowo dikarenakan hasil ini didapat dari perhitungan *traffic counting* pada jam puncak (*peak hour*). Hasil perhitungan emisi CO₂ total ini akan digunakan sebagai bahan dalam merumuskan arahan penyediaan RTH di wilayah studi pada tahapan analisis berikutnya. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Peta Hasil Perhitungan Emisi CO₂ Kendaraan Bermotor.

4.4 Kemampuan Penyerapan Terhadap CO₂ Oleh Vegetasi

Adiastari (2010) mengemukakan bahwa untuk memperkirakan kemampuan serapan Ruang Terbuka Hijau (RTH) terhadap emisi CO₂ adalah dengan cara mengalikan luas tutupan vegetasi dengan laju serapan CO₂ tanaman.

(halaman ini sengaja dikosongkan)



(halaman ini sengaja dikosongkan)

Kemampuan vegetasi dalam menyerap gas karbon dioksida bermacam-macam. Menurut Prasetyo dalam Tinambunan (2006), hutan yang mempunyai berbagai macam tipe tutupan vegetasi memiliki daya serap terhadap karbon dioksida yang berbeda. Tipe penutupan vegetasi tersebut berupa pohon, semak belukar, padang rumput, sawah. Daya serap berbagai macam tipe vegetasi terhadap karbon dioksida dapat dilihat pada Tabel 4.19

Tabel 4.19
Daya Serap CO₂ Berdasarkan Jenis Tutupan Vegetasi

Tipe Penutupan	Daya Serap terhadap gas CO₂ (kg/ha/jam)	Daya Serap terhadap gas CO₂ (ton/ha/tahun)
Pohon	129,92	569,07
Semak Belukar	12,56	55
Padang Rumput	2,74	12
Sawah	2,74	12

Sumber: Prasetyo dalam Tinambunan (2006)

Berdasarkan hasil perhitungan emisi CO₂ pada tahapan sebelumnya, didapat hasil bahwa emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan di sepanjang koridor Jalan Tandes-Benowo adalah sebesar 248,00 kg per-jam. Dari jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan ini, dihitung terlebih dahulu kemampuan serapan CO₂ yang dimiliki oleh taman publik eksisting. Bila dari taman publik masih belum bisa menyerap habis total emisi CO₂ yang ada, maka diperlukan penambahan RTH baru untuk menyerap sisa emisi CO₂ yang belum terserap oleh taman publik eksisting. Perhitungan mengenai kemampuan serapan CO₂ oleh taman publik eksisting akan dibahas pada sub-bab berikutnya.

4.5 Kemampuan Penyerapan CO₂ Oleh Ruang Terbuka Hijau Eksisting di Sekitar Koridor Tandes – Benowo

Untuk kondisi eksisting di koridor studi, terdapat dua lahan Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang sifat kepemilikannya berupa RTH publik. Kedua RTH tersebut berupa taman kota, yaitu; Taman Cahaya dan Taman Pakal. Taman Cahaya memiliki luas sebesar 0,46 hektare, sedangkan Taman Pakal memiliki luas 0,12 hektare. Kedua taman ini terletak di sebelah barat Koridor Tandes – Benowo. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Peta Persebaran Ruang Terbuka Hijau Eksisting.

Tabel 4.20
Luas Lahan RTH Eksisting di Koridor Benowo – Tandes

Nama	Luas
Taman Cahaya	0,46 Hektar
Taman Pakal	0,12 Hektar
Total	0,58 Hektar

Sumber: Perhitungan Menggunakan Google Earth, April 2016

Kedua taman publik tersebut, yaitu Taman Cahaya dan Taman Pakal, masing-masing memiliki peran untuk menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Dari total luas yang ada, umumnya taman publik memiliki komponen penyusunnya berupa *hardscape* dan *softscape*. **Hardscape** merupakan elemen keras pada taman yang biasanya tersusun atas bebatuan, keramik, dinding dan sebagainya yang biasa digunakan untuk mempercantik taman. Sedangkan **softscape** merupakan elemen lunak yang umumnya terdiri atas tanaman perdu, rerumputan dan pepohonan. Untuk fungsi ekologis dari RTH taman publik itu sendiri, didapatkan dari elemen *softscape*, dikarenakan elemen ini tersusun oleh tumbuh-tumbuhan. Maka dari itu, pada tiap taman publik eksisting yang ada, perlu ditelaah mengenai proporsi komposisi elemen *hardscape* dan *softscape*-nya, sehingga dapat diketahui kemampuan penyerapan terhadap gas CO₂ pada tiap tamannya.



Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

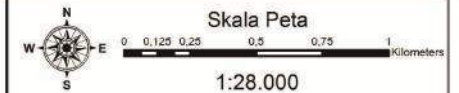
Arahan Penyediaan Ruang Terbuka Hijau
Untuk Menyerap Emisi CO2 Kendaraan
Bermotor di Surabaya (Studi Kasus: Koridor
Jalan Raya Tandes Hingga Benowo)

Peta Persebaran Ruang Terbuka Hijau Eksisting

Legenda

- Batas Wilayah Perencanaan
- Jalan
- Batas Kecamatan
- RTH Eksisting

Inset Peta



Proyeksi : Transverse Mercator
Sistem Grid : Grid Geografi dan Grid UTM
Datum Horizontal : WGS 1984 UTM Zone 49S

Sumber Peta :
Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang
Kota Surabaya Tahun 2014

(halaman ini sengaja dikosongkan)

a. Taman Cahaya

Taman Cahaya merupakan salah satu taman publik yang terletak di sekitar Koridor Tandes – Benowo. Taman Cahaya memiliki luas total 0,46 hektare yang terdiri atas komponen *hardscape* dan *softscape*. Komponen *hardscape* (elemen keras) yang terdapat pada taman ini diantaranya adalah; lahan parkir, *jogging track*, *amphitheatre*, labirin, wahana bermain serta *outdoor gym*. Sedangkan komponen *softscape* (elemen lunak) pada taman ini diantaranya adalah pepohonan, tanaman hias dan rerumputan. Berdasarkan hasil analisa perhitungan menggunakan tools “List” pada *software* AutoCAD, proporsi dari *hardscape* dan *softscape* pada taman ini adalah 36% : 64%. Taman Cahaya merupakan taman publik eksisiting yang memiliki fungsi ekologis serta fungsi sosial.



Gambar 4.10
Taman Cahaya di Koridor Tandes – Benowo
Sumber: Survei Lapangan, April 2016

Tabel 4.21.
Proporsi *Hardscape* dan *Softscape* di Taman Cahaya

Komposisi Pembentuk Taman Cahaya			
Komposisi	Hardscape	Softscape	
Persentase	36%	64%	
Luas	0,17 ha	0,29 ha	0,061 ha; tanaman hias
			0,23 ha; pepohonan
Total Luas Taman Cahaya	0,46 ha		

Sumber: Hasil Analisa, 2016

Dari Tabel 4.21, dapat diketahui bahwa dari seluruh total luasan Taman Cahaya, bagian dari taman yang dapat menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor adalah dari pepohonan dan tanaman hias. Menurut Prasetyo dalam Tinambunan (2006), satu hektar pohon mampu menyerap 129,92 kg CO₂ per hektar per jamnya, sedangkan semak belukar/tanaman hias mampu menyerap 12,56 kg CO₂ per hektar per jamnya. Taman Cahaya memiliki luas tutupan pepohonan 0,23 ha dan luas tutupan tanaman hias 0,061 ha. Perhitungan kemampuan serapan dari pepohonan dan tanaman hias di Taman Cahaya dapat dilihat pada Tabel 4.22

Tabel 4.22.
Kemampuan Penyerapan Vegetasi di Taman Cahaya

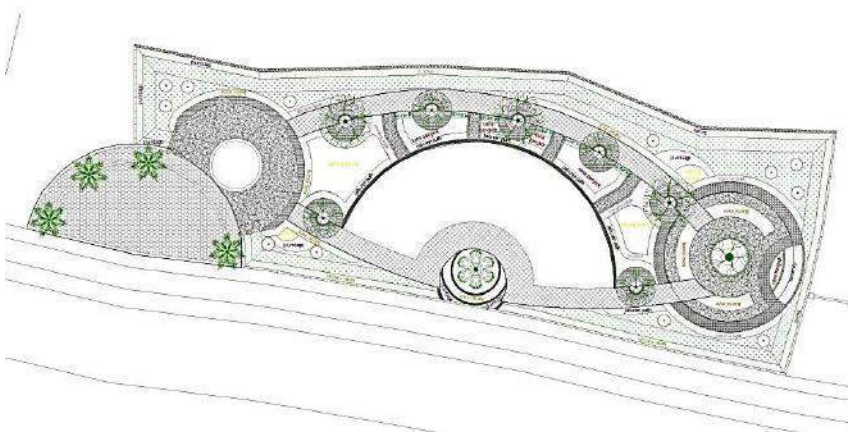
Taman Cahaya		
Jenis Tutupan	Luas (ha)	Kemampuan Penyerapan (kg/jam)
Tutupan Pepohonan	0,230	29,88
Tutupan Tanaman Hias	0,061	0,77
Total		30,65

Sumber: Hasil Analisa, 2016

Berdasarkan hasil perhitungan, vegetasi dari Taman Cahaya berupa tutupan pepohonan dan tanaman hias mampu menyerap CO₂ kendaraan bermotor sebesar 30.65 kg per jamnya.

b. Taman Pakal

Selain Taman Cahaya, terdapat satu taman publik lagi di sekitar Koridor Tandes – Benowo Surabaya, yaitu Taman Pakal. Dari segi luasan, Taman Pakal memiliki luas yang lebih kecil dari Taman Cahaya. Luas dari Taman Pakal ini adalah 0,12 ha. Taman Pakal tersusun atas *hardscape* berupa *path*, wahana bermain serta plaza. Sedangkan untuk *softscape*, taman ini tersusun atas rerumputan, tanaman hias dan pepohonan. Berdasarkan hasil analisa perhitungan menggunakan tools “List” pada *software* AutoCAD, proporsi antara elemen *hardscape* dan *softscape* dari taman ini adalah 34% : 66%. Sama seperti Taman Cahaya, taman ini juga memiliki fungsi ekologis dan sosial. Dari segi fungsi ekologis, tumbuh-tumbuhan di taman ini mampu menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Sedangkan dari segi fungsi sosialnya, taman ini biasa digunakan sebagai sarana berinteraksi warga dan tempat bermain anak terutama pada pagi dan sore hari.



Gambar 4.12

Gambar Lay-Out Taman Pakal. Taman Pakal Tersusun Atas 34% *Hardscape* dan 66% *Softscape*

Sumber: Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya, 2016



Gambar 4.13
Taman Pakal di Koridor Tandes – Benowo
Sumber: Survei Lapangan, April 2016

Tabel 4.23
Proporsi *Hardscape* dan *Softscape* di Taman Pakal

Komposisi Pembentuk Taman Pakal			
Komposisi	Hardscape	Softscape	
Persentase	34%	66%	
Luas	0,04 ha	0,08 ha	0,01 ha; tanaman hias
			0,07 ha; pepohonan
Total Luas Taman Cahaya	0,12 ha		

Sumber: Hasil Analisa, 2016

Dari Tabel 4.23, dapat diketahui bahwa dari seluruh total luasan Taman Pakal, bagian dari taman yang dapat menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor adalah dari pepohonan dan tanaman hias. Menurut Prasetyo dalam Tinambunan (2006), satu hektar pohon mampu menyerap 129,92 kg CO₂ per hektar per jamnya, sedangkan semak belukar/tanaman hias mampu menyerap 12,56 kg CO₂ per

hektar per jamnya. Taman Pakal memiliki luas tutupan pepohonan 0,07 ha dan luas tutupan tanaman hias 0,01 ha. Perhitungan kemampuan serapan dari pepohonan dan tanaman hias di Taman Cahaya dapat dilihat pada Tabel 4.24

Tabel 4.24
Kemampuan Penyerapan Vegetasi di Taman Pakal

Taman Pakal		
Jenis Tutupan	Luas (ha)	Kemampuan Penyerapan (kg/jam)
Tutupan Pepohonan	0,07	9,09
Tutupan Tanaman Hias	0,01	0,13
Total		9,22

Sumber: Hasil Analisa, 2016

Berdasarkan hasil perhitungan, vegetasi dari Taman Pakal berupa tutupan pepohonan dan tanaman hias mampu menyerap CO₂ kendaraan bermotor sebesar 9.22 kg per jamnya.

C. Total Kemampuan Penyerapan CO₂ dari Taman Pakal dan Taman Cahaya

Dari pembahasan sebelumnya, diketahui bahwa vegetasi di Taman Cahaya mampu menyerap 30,65 kg CO₂ per jamnya. Sedangkan vegetasi di Taman Pakal mampu menyerap 9,22 kg CO₂ per jamnya. Kemampuan penyerapan CO₂ dari kedua taman publik eksisting ini perlu dijumlahkan untuk mengetahui kemampuan total penyerapan CO₂ dari RTH eksisting.

Tabel 4.25
Total Kemampuan Penyerapan CO₂ dari Taman Pakal dan Taman Cahaya

Nama Taman	Kemampuan Penyerapan Terhadap CO₂ (kg/jam)
Taman Cahaya	30,65
Taman Pakal	9,22
Total	39,87

Sumber: Hasil Analisa, 2016

Berdasarkan perhitungan, kemampuan penyerapan terhadap CO₂ kendaraan bermotor dari kedua taman publik eksisting adalah 39,87 kg/jam. Sedangkan pada Koridor Tandes-Benowo, dihasilkan emisi sebesar 248,00 kg CO₂ per jamnya. Terdapat sisa CO₂ yang belum mampu terserap oleh RTH publik eksisting. Oleh karenanya, diperlukan penambahan RTH baru di koridor studi agar emisi CO₂ dapat terserap semua secara lebih optimal.

4.6 Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Tambahan Untuk Menyerap CO₂ Kendaraan Bermotor di Koridor Tandes - Benowo

Pada Koridor Tandes – Benowo, dihasilkan emisi CO₂ kendaraan bermotor sebesar 248,00 kg per jamnya. Kemampuan penyerapan dari taman publik eksisting yang ada, hanya mampu menyerap sebesar 39,87 kg/jam. Terdapat sisa CO₂ yang belum terserap oleh RTH publik eksisting. Maka dari itu, diperlukan penambahan RTH baru pada Koridor Tandes – Benowo untuk menyerap sisa emisi CO₂ yang ada.

Tabel 4.26
Kebutuhan RTH Baru Untuk Menyerap Emisi CO₂ Kendaraan Bermotor di Koridor Tandes - Benowo

Emisi CO ₂		Total Emisi CO ₂ (kg)
Total emisi CO ₂ dihasilkan		248,00
Kemampuan penyerapan CO ₂ oleh RTH eksisting		39,87
Sisa		208,13
Kebutuhan Penambahan RTH Baru		
Total Emisi CO ₂ (kg/jam)	Standar Daya Serap Terhadap CO ₂ (kg/ha/jam)	Kebutuhan Penambahan RTH Baru
208,13	129,92	1,60 hektar

Sumber: Hasil Analisa, 2016

Dari hasil perhitungan, terdapat sisa sebesar 208,13 kg emisi CO₂ kendaraan bermotor yang belum terserap oleh RTH publik eksisting. Maka dari itu, berdasarkan penelitian Prasetyo dalam Tinambunan (2006), dari 208,13 kg emisi CO₂ yang belum terserap dibutuhkan penambahan RTH baru sebesar **1,60 hektar** agar emisi CO₂ kendaraan yang dihasilkan dapat terserap secara lebih optimal.

Untuk memenuhi kebutuhan penambahan lahan-lahan baru untuk pengembangan RTH, maka perlu diidentifikasi lahan-lahan mana sajakah yang potensial untuk dikembangkan sebagai RTH baru di Koridor Tandes – Benowo. Penjelasan mengenai lahan-lahan potensial ini akan dijelaskan pada pembahasan berikutnya.

4.7 Lahan-Lahan Potensial untuk Penambahan Ruang Terbuka Hijau di Sekitar Koridor Tandes – Benowo

Di sekitar Koridor Tandes – Benowo terdapat lahan-lahan kosong yang dapat dimanfaatkan sebagai Ruang Terbuka Hijau (RTH). Namun lahan kosong yang ada diutamakan pada lahan-lahan yang dimiliki oleh pemerintah (Pemerintah Kota Surabaya). Lahan-lahan milik Pemkot Surabaya ini nantinya diharapkan dapat dikonversikan menjadi Ruang Terbuka Hijau publik baru dengan cara ekstensifikasi/penambahan. Lahan milik Pemkot Surabaya ini dapat dijadikan sebagai taman kota maupun hutan kota yang memiliki fungsi sosial sekaligus fungsi ekologis untuk menyerap emisi karbon dioksida di sepanjang Koridor Tandes – Benowo. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, terdapat dua lahan milik Pemkot Surabaya yang terdapat di Koridor Tandes – Benowo. Untuk lebih memudahkan dalam penyebutan, dalam penelitian ini kedua lahan yang ada disebut Lahan Potensial I dan Lahan Potensial II. Lahan potensial I terletak di sisi barat Taman Cahaya dan memiliki luas 1,1 hektar. Lahan potensial II terletak sekitar 750 meter di sebelah timur Taman Pakal dan memiliki luas 0.86 hektar. Selain lahan-lahan tersebut, terdapat juga lahan potensial lainnya yang dapat dimanfaatkan sebagai Ruang Terbuka Hijau. Pada Koridor Tandes – Benowo saat ini terdapat proyek pelebaran jalan. Jalan yang dulunya memiliki dua ruas, akan diperlebar menjadi empat

ruas. Proses pelebaran ini dilakukan dengan menutup saluran drainase menggunakan konstruksi *box culvert* untuk kemudian dijadikan jalan raya. Proses pelebaran jalan ini memungkinkan adanya pembangunan jalur hijau pada median jalan. Jalur hijau jalan direncanakan dibangun di sepanjang Koridor Tandes – Benowo dan memiliki potensi luas sekitar 1.55 hektar. Diharapkan dengan adanya jalur hijau jalan yang dibangun di sepanjang koridor studi, dapat memberikan fungsi ekologis yang signifikan untuk menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor di koridor studi. Untuk persebaran lahan-lahan potensial untuk RTH dapat dilihat pada Peta Persebaran Lahan Potensial Untuk Ruang Terbuka Hijau.

Tabel 4.27
Luas Lahan Potensial RTH di Koridor Benowo - Tandes Surabaya

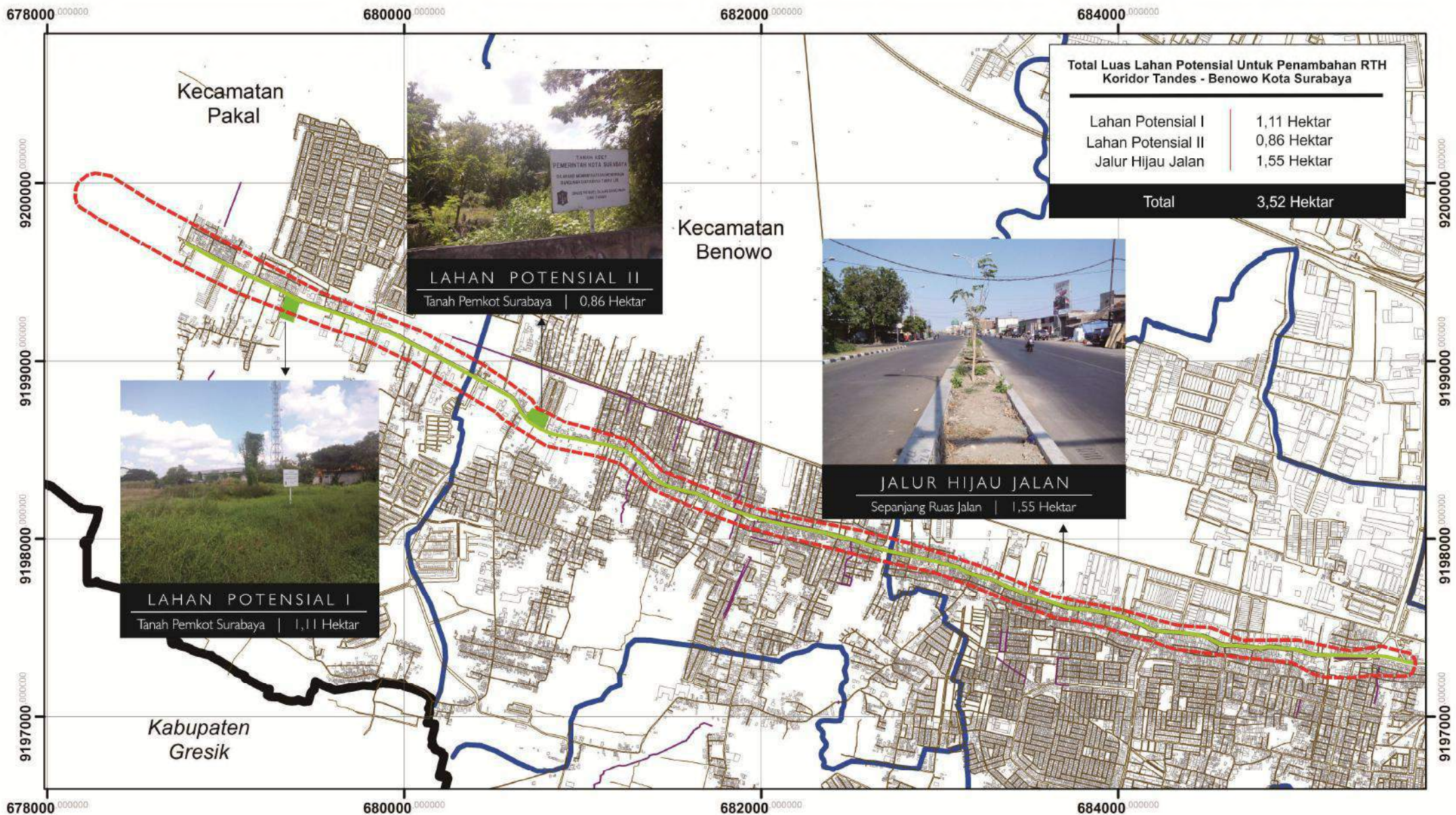
Nama	Luas
Lahan Potensial I	1,11 Hektar
Lahan Potensial II	0,86 Hektar
Jalur Hijau Jalan	1,55 Hektar
Total	3,52 Hektar

Sumber: Survei Lapangan dan Analisa, April 2016



Gambar 4.14
Lahan Potensial I, Memiliki Luas 1,1 Hektar
Sumber: Survei Lapangan, April 2016

(halaman ini sengaja dikosongkan)



Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

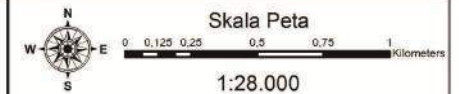
Arahan Penyediaan Ruang Terbuka Hijau
Untuk Menyerap Emisi CO₂ Kendaraan
Bermotor di Surabaya (Studi Kasus: Koridor
Jalan Raya Tandus Hingga Benowo)

**Peta Persebaran Lahan Potensial
Untuk Ruang Terbuka Hijau**

Legenda

- Batas Wilayah Perencanaan
- Jalan
- Batas Kecamatan
- RTH Potensial

Inset Peta



Proyeksi : Transverse Mercator
Sistem Grid : Grid Geografi dan Grid UTM
Datum Horizontal : WGS 1984 UTM Zona 49S

Sumber Peta :
Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang
Kota Surabaya Tahun 2014

(halaman ini sengaja dikosongkan)



Gambar 4.15
Lahan Potensial II, Memiliki Luas 0,86 Hektar
Sumber: Survei Lapangan, April 2016



Gambar 4.16
Rencana Pembangunan Jalur Hijau Jalan, Memiliki Luas 1,55 Hektar
Sumber: Survei Lapangan, April 2016

Dari lahan-lahan potensial yang ada ini, kedepannya perlu dipertimbangkan bagaimanakah rekomendasi yang sesuai mengenai bentuk RTH untuk diterapkan pada lahan-lahan ini.

4.8 Perumusan Arahan Penyediaan Ruang Terbuka Hijau di Koridor Tandes – Benowo untuk Menyerap Emisi CO₂ Kendaraan Bermotor

Berdasarkan hasil analisa pada pembahasan sebelumnya, dibutuhkan penambahan 1,60 hektare RTH baru agar emisi CO₂ kendaraan bermotor dapat terserap secara optimal. Penambahan lahan untuk RTH ini dapat memanfaatkan lahan-lahan potensial yang ada, dimana lahan potensial yang dipilih adalah lahan yang dimiliki oleh Pemerintah Kota Surabaya, sehingga diharapkan dapat dijadikan ruang terbuka hijau publik baru yang memiliki fungsi ekologis dalam penyerapan emisi CO₂ kendaraan bermotor di koridor studi. Lahan potensial yang ada bentuknya adalah berupa lahan kosong serta jalur hijau jalan yang akan dibangun di sepanjang koridor. Diharapkan setelah adanya penambahan ini, fungsi ekologis RTH untuk menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor di koridor studi dapat ditingkatkan.

4.8.1 Arahan Persebaran Ruang Terbuka Hijau di Koridor Tandes - Benowo

Arahan dalam persebaran Ruang Terbuka Hijau (RTH) untuk menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor di Koridor Tandes – Benowo dibagi menjadi dua, yaitu (1) Arahan untuk mempertahankan RTH publik yang sudah ada dan (2) Arahan untuk menambah jumlah RTH di wilayah studi (ekstensifikasi). Arahan untuk mempertahankan fungsi dan keberadaan RTH diterapkan pada taman-taman publik eksisting di koridor studi, sedangkan untuk arahan berupa ekstensifikasi, dilakukan dengan penambahan RTH baru dengan memanfaatkan lahan-lahan yang potensial untuk dijadikan RTH pada wilayah studi. Lahan-lahan potensial yang ada, dipilih diutamakan pada lahan yang dikuasai oleh Pemerintah Kota Surabaya supaya nantinya diharapkan dapat dijadikan sebagai RTH yang sifatnya publik. Penjelasan mengenai arahan penyediaan RTH di koridor studi dapat dilihat pada pembahasan berikut.

a. Mempertahankan Fungsi dan Keberadaan Taman Cahaya

Taman Cahaya merupakan salah satu taman publik eksisting di Koridor Tandes – Benowo Surabaya. Dari total luas taman sebesar 0,46 hektare, terdapat bagian taman seluas 0,23 hektare berupa tutupan vegetasi pepohonan dan 0,061 hektare berupa tanaman hias. Tumbuh-tumbuhan ini memberikan fungsi ekologis berupa penyerapan emisi CO₂ kendaraan bermotor untuk kemudian dikonversikan menjadi oksigen yang amat berarti bagi makhluk hidup. Berdasarkan vegetasi yang dimiliki, Taman Cahaya mampu menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor sebesar 30,65 kg per jamnya (hasil analisa, 2016). Selain fungsi ekologis, taman ini juga memiliki peran sebagai ruang sosial untuk berinteraksi bagi warga yang tinggal di sekitar kawasan ini. Dikarenakan peran pentingnya ini, maka fungsi dan keberadaan Taman Cahaya dipertahankan agar tetap mampu memberikan fungsi ekologis dan sosial di sekitar Koridor Tandes – Benowo Surabaya.



Gambar 4.17

Taman Cahaya, Diarahkan Untuk Dipertahankan Fungsi dan Keberadaannya

Sumber: Survei Lapangan, 2016

b. Mempertahankan Fungsi dan Keberadaan Taman Pakal

Sama seperti Taman Cahaya, Taman Pakal merupakan taman publik eksisting yang ada di koridor Tandes-Benowo Surabaya. Taman ini memiliki luas lebih kecil daripada Taman Cahaya, yaitu sebesar 0,12 hektare. Dari total luas 0,12 hektare, terdapat bagian taman berupa pepohonan seluas 0,07 hektare dan bagian taman berupa tanaman hias seluas 0,01 hektare. Tanaman yang ada ini memberikan fungsi ekologis berupa penyerapan emisi CO₂ kendaraan bermotor untuk kemudian diubah menjadi oksigen yang amat berarti bagi makhluk hidup. Taman Cahaya mampu menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor sebesar 9,22 kg per jamnya (hasil analisa, 2016). Selain itu memiliki peran ekologis, taman ini juga memiliki peran sebagai ruang sosial untuk berinteraksi bagi warga yang tinggal di sekitar kawasan ini. Dikarenakan peran pentingnya ini, maka fungsi dan keberadaan Taman Pakal dipertahankan agar tetap mampu memberikan fungsi ekologis dan sosial di sekitar Koridor Tandes – Benowo Surabaya.



Gambar 4.18.

Taman Cahaya, Diarahkan Untuk Dipertahankan Fungsi dan Keberadaannya

Sumber: Survei Lapangan, 2016

c. Ekstensifikasi Lahan Potensial I Menjadi Hutan Kota

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 63 Tahun 2002 tentang Hutan Kota, luas hutan kota dalam satu hamparan kompak adalah paling minimal 0,25 hektare. RTH hutan kota disarankan diletakkan pada daerah pinggiran kota dikarenakan kebutuhan akan lahan permukiman, perkantoran, maupun industri tidak terlalu besar.

Untuk lahan potensial I milik Pemkot Surabaya letaknya di sebelah barat Taman Cahaya dan memiliki luas 1,11 hektare. Dikarenakan letak geografisnya di pinggiran kota dan areanya yang luas, mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 63 Tahun 2002 tentang Hutan Kota, maka lahan potensial I sesuai untuk dimanfaatkan sebagai hutan kota.

Hutan kota merupakan suatu kawasan dalam kota yang didominasi oleh pepohonan yang habitatnya dibiarkan tumbuh secara alami. Pengertian alami disini bukan berarti hutan yang tumbuh menjadi hutan besar atau rimba melainkan tidak terlalu diatur seperti taman. Lokasi hutan kota umumnya di daerah pinggiran. Ini dimungkinkan karena kebutuhan lokasi pemukiman atau perkantoran daerah tersebut tidak terlalu besar. Hutan kota dibuat sebagai daerah penyangga kebutuhan air, lingkungan alami, pelindung flora dan fauna di perkotaan serta sebagai paru-paru kota (Nazaruddin dalam Hasibuan, 2010).

RTH hutan kota memiliki beragam fungsi ekologis diantaranya, hidro-orologis, edhapis, klimatologis serta higienis. Fungsi higienis dari RTH ini berkaitan erat dengan penyerapan emisi CO₂ yang dihasilkan dengan kendaraan bermotor. Dengan adanya hutan kota, polusi CO₂ mampu diserap dan dikonversikan menjadi gas oksigen melalui proses fotosintesis.

Struktur hutan kota ditentukan oleh keanekaragaman vegetasi yang ditanam sehingga terbangun hutan kota yang berlapis-lapis dan berstrata baik vertikal maupun horizontal yang meniru

hutan alam. Struktur hutan kota untuk diterapkan pada lahan potensial I dapat berupa hutan kota berstrata dua, yaitu komunitas tumbuh-tumbuhan hutan kota hanya terdiri dari pepohonan dan rumput atau penutup tanah lainnya.

Dikarenakan hutan kota ini diharapkan mampu memberikan fungsi ekologis yang baik untuk menyerap emisi CO₂, maka jenis tutupan vegetasi yang dominan untuk dikembangkan pada lahan ini adalah pepohonan. Pohon menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor dan mengubahnya menjadi gas oksigen melalui proses fotosintesis. Oleh karena itu, penanaman vegetasi berupa pohon amatlah penting dalam memberikan fungsi ekologis sebagai penyaring udara kotor di perkotaan. Berdasarkan Permen PU No. 5 Tahun 2008, luas Ruang Terbuka Hijau yang diisi dengan berbagai jenis vegetasi, yaitu minimal seluas 90% dari luas total hutan kota. Maka dari itu, pada lahan potensial I ini, proporsi antara *hardscape* dan *softscape* dapat dikembangkan menjadi 10% : 90%. Sepuluh puluh persen lahan dapat dikembangkan sebagai lahan parkir dan fasilitas penunjang lainnya, seperti; kantor dan gudang untuk bibit, pupuk serta peralatan lainnya. Sedangkan sembilan puluh persen dari total luas area ini (0,99 hektare) diarahkan menjadi *softscape* berupa tutupan vegetasi dominan pepohonan berikut dengan tutupan vegetasi lainnya, semisal tanaman perdu.



Gambar 4.19
Lahan Potensial I, Diarahkan Menjadi Hutan Kota
Sumber: Survei Lapangan, 2016

d. Ekstensifikasi Lahan Potensial II Menjadi Taman Kota

Lahan potensial II letaknya 750 m di sebelah timur Taman Pakal dan memiliki luas 0,86 hektare. Untuk kondisi eksisting saat ini, lahan ini masih berupa lahan kosong tidak terbangun. Berdasarkan lokasinya yang dekat dengan kawasan permukiman, lahan potensial II ini sesuai untuk dimanfaatkan sebagai taman publik. RTH publik ini selain memiliki fungsi ekologis sebagai penyerap CO₂, juga diharapkan memiliki fungsi sebagai ruang sosial bagi warga yang bermukim di sekitar lokasi taman tersebut.

Berdasarkan taman publik yang ada, seperti misalnya Taman Cahaya dan Taman Pakal, keduanya memiliki komponen *hardscape* dan *softscape*. Rata-rata proporsi *hardscape* dan *softscape* pada kedua taman tersebut masing-masing adalah 35% : 65% (hasil analisa, 2016). Maka dari itu, taman ini diarahkan untuk memiliki proporsi komposisi antara *hardscape* dan *softscape* yang sama, yaitu sebesar 35% : 65% (0,30 hektare : 0,56 hektare). Komponen *hardscape* yang dapat dibuat pada taman di lahan potensial II ini dapat berupa *jogging track*, wahana bermain, area parkir, *amphitheatre* dan lain sebagainya. Sedangkan untuk *softscape*-nya dapat dikembangkan berupa pepohonan dan tanaman hias. Pada lahan ini terdapat potensi penanaman vegetasi pada lahan seluas 0,56 hektare.



Gambar 4.20
Lahan Potensial II, Diarahkan Menjadi Taman Kota
Sumber: Survei Lapangan, 2016

e. Ekstensifikasi Median Jalan Menjadi Jalur Hijau

Selain kedua lahan tersebut, terdapat potensi lahan berupa median atau pulau jalan yang dapat dimanfaatkan sebagai jalur hijau jalan. Jalur hijau jalan direncanakan dibangun pada sepanjang koridor studi dengan lebar rata-rata 2 meter. Berdasarkan Direktorat Jenderal Bina Marga tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Lansekap Jalan Nomor 033/t/bm/1996, pemilihan jenis tanaman ditentukan oleh kondisi iklim habitat dan areal dimana tanaman tersebut akan diletakkan dengan memperhatikan ketentuan geometrik jalan dan fungsi tanaman. Persyaratan utama yang perlu diperhatikan dalam memilih jenis tanaman lansekap jalan antara lain : (1) Perakaran tidak merusak konstruksi jalan; (2) Mudah dalam perawatan; (3) Batang atau percabangan tidak mudah patah; (4) Daun tidak mudah rontok atau gugur. Selain persyaratan utama tersebut, tanaman pada lansekap jalan diutamakan pada jenis tanaman yang memiliki luas tajuk pohon yang lebar untuk memberi keteduhan bagi pengguna jalan, mengingat suhu harian rata-rata di Kota Surabaya yang relatif tinggi, yaitu 35⁰ Celcius (BMKG Tanjung Perak, 2015). Potensi pemanfaatan lahan pada pulau jalan sebagai jalur hijau adalah sebesar 1,55 hektar.

Peran dari jalur hijau jalan ini amatlah signifikan untuk menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor mengingat persebarannya yang dibangun di sepanjang koridor studi (dari ujung ke ujung, sepanjang 8,1 km). Jalur hijau jalan ini diharapkan mampu memberikan fungsi ekologis secara optimal di sepanjang koridor studi dalam penyerapan emisi CO₂ kendaraan bermotor. Proporsi antara *hardscape* dan *softscape* pada jalur hijau jalan adalah 10% : 90% (hasil pengamatan, 2016). Sepuluh persen diantaranya digunakan sebagai tempat berdirinya lampu penerangan jalan umum (PJU), tempat berdirinya rambu-rambu lalu lintas serta *space* untuk penyebrang jalan. Sedangkan sembilan puluh persen sisanya digunakan sebagai tempat tumbuhnya pepohonan dan tanaman perdu. Agar memiliki kemampuan penyerapan dan penutupan tajuk pohon yang optimal, maka jarak tanam antar pohon pada jalur hijau

diusahakan tidak terlalu jauh (5-6 meter). Vegetasi yang ditanam di sepanjang jalur hijau jalan ini diharapkan mampu memberikan kontribusi yang optimal dalam menyerap CO₂ kendaraan bermotor.



Gambar 4.21.

Median Jalan yang Sedang dalam Progres Pembangunan *Box Culvert*. Ketika Sudah Jadi, Median Jalan Diarahkan Menjadi Jalur Hijau Jalan

Sumber: Survei Lapangan, 2016

Tabel 4.28











Arahan Total Kemampuan Penyerapan CO₂ dari Pepohonan di Lahan Potensial

Nama Taman	Luas Total Taman	Luas Tutupan Vegetasi (<i>Softscape</i>)
Lahan Potensial I	1,11 ha	0,99 ha
Lahan Potensial II	0,86 ha	0,56 ha
Jalur Hijau Jalan	1,55 ha	1,40 ha
Total Kemampuan Penyerapan CO₂ dari Vegetasi pada Lahan Potensial		2,95 ha

Sumber: Hasil Analisa, 2016

Berdasarkan Tabel 4.28, dapat diketahui bahwa potensi lahan untuk ditanami vegetasi guna menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor pada tiga lahan potensial yang ada adalah sebesar **2,95 hektare**.

Tabel 4.29
Arahan Penyediaan RTH di Koridor Tandes - Benowo Surabaya

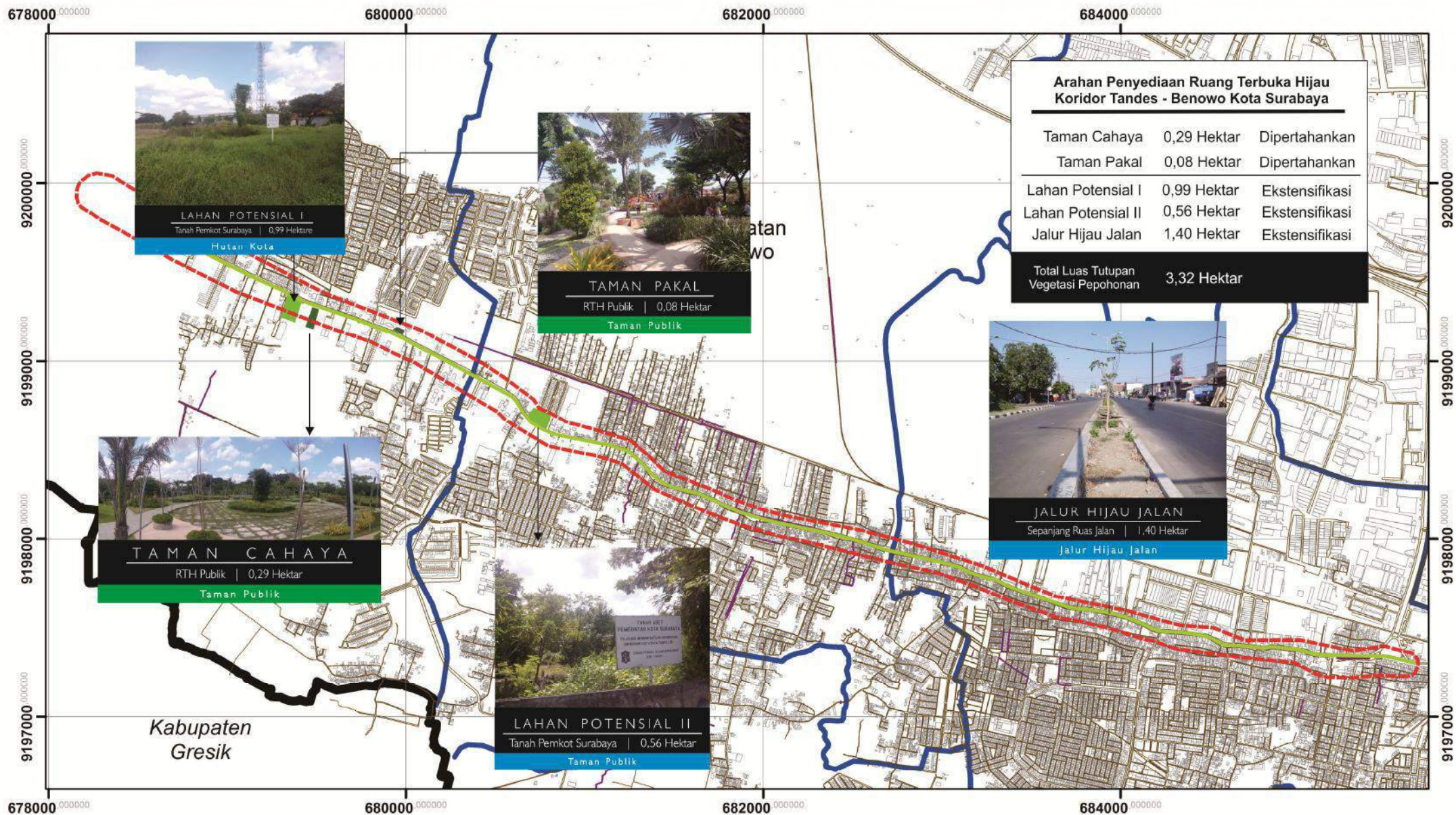
Nama	Luas (Softscape)	Eksisting	Arahan	Gambar Arahan
Taman Cahaya (Taman Publik, Eksisting)	0,29 Ha		Dipertahankan fungsi eksistingnya sebagai taman publik	
Taman Pakal (Taman Publik, Eksisting)	0,08 Ha		Dipertahankan fungsi eksistingnya sebagai taman publik	
Lahan Potensial I (Lahan Belum Termanfaatkan milik Pemkot Surabaya)	0,99 Ha		Ekstensifikasi penambahan RTH baru dengan bentuk berupa hutan kota	
Lahan Potensial II (Lahan Belum Termanfaatkan milik Pemkot Surabaya)	0,56 Ha		Ekstensifikasi penambahan RTH baru dengan bentuk berupa taman kota	
Jalur Hijau Jalan (RTH yang terletak pada median jalan)	1,40 Ha		Ekstensifikasi penambahan RTH baru dengan bentuk berupa jalur hijau jalan	
3,32 Ha			Total Penyerapan CO₂ dari Tutupan Vegetasi (Softscape)	

Sumber: Hasil Analisa, April 2016

Berdasarkan perhitungan, dapat diketahui bahwa terdapat total lahan seluas 3,32 hektare dengan tutupan vegetasi berupa pepohonan dan tanaman hias/perdu untuk menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor di Koridor Tandes – Benowo Surabaya. Total lahan ini terdiri atas **0,37 hektare** lahan eksisting dari taman publik yang ada dan **2,95 hektare** dari lahan potensial untuk diekstensifikasi menjadi RTH publik.

Apabila dijumlah, total luas lahan potensial yang ada telah melebihi kebutuhan minimal penambahan RTH yang perlu disediakan untuk menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor (**2,95 ha > 1,60 ha**). Dengan demikian diharapkan arahan penyediaan RTH di koridor studi dapat diaplikasikan semua sehingga mampu memberikan peran ekologis secara lebih optimal terhadap penyerapan emisi CO₂ kendaraan bermotor di Koridor Tandes – Benowo Surabaya.

(halaman ini sengaja dikosongkan)



Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Arahan Penyediaan Ruang Terbuka Hijau
Untuk Menyerap Emisi CO2 Kendaraan
Bermotor di Surabaya (Studi Kasus: Koridor
Jalan Raya Tandes Hingga Benowo)

Peta Arahan Penyediaan Ruang Terbuka Hijau

Legenda

- Batas Wilayah Perencanaan
- Jalan
- Batas Kecamatan
- RTH Eksisting
- RTH Potensial

Inset Peta



Skala Peta

0 0,125 0,25 0,5 0,75 1 Kilometers
1:28.000

Proyeksi : Transverse Mercator
Sistem Grid : Grid Geografi dan Grid UTM
Datum Horizontal : WGS 1984 UTM Zone 49S

Sumber Peta :
Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang
Kota Surabaya Tahun 2014

(halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN 1

Form *Traffic Counting* LHR Koridor Tandes – Benowo Surabaya

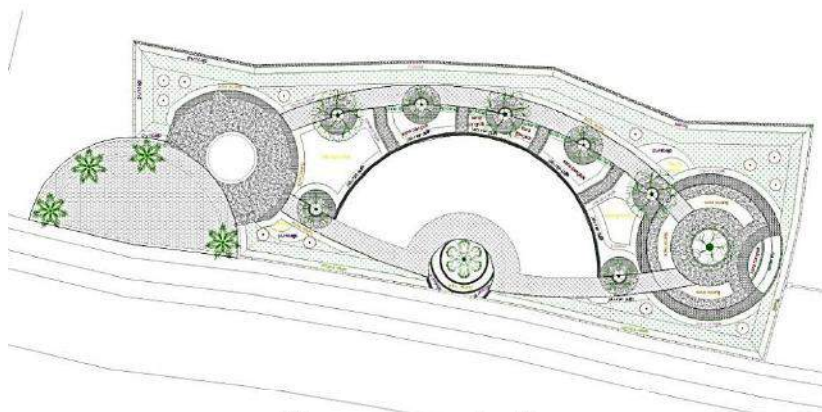
Surveyor :
 Hari :
 Titik Lokasi :

No.	Waktu	Jumlah Kendaraan (Unit)				
		Mobil 	Motor 	Bis 	Truk Kecil 	Truk Besar 
1.	06.00 - 07.00

Sumber: Hasil Analisa, 2016

Lampiran 2

Komposisi Taman Cahaya (*hardscape dan softscape*)



Komposisi Taman Pakal

Hardscape (34%)		
Round Circle	99,83	406,61
Playground	117,35	
Path	116,37	
Circle 2	73,06	
Softscape (66%)		
Tanaman Hias	123,19	793,39
Pohon	670,2	
Total (m2)		1200

Sumber: Hasil Analisa, 2016

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Ruang Terbuka Hijau (RTH) memiliki fungsi penting dalam kehidupan di perkotaan, yaitu untuk menyerap emisi CO₂ dari kendaraan bermotor. Surabaya sebagai kota niaga memiliki arus pergerakan orang barang dan jasa yang tinggi, salah satunya di koridor Jalan Tandes – Benowo yang merupakan salah satu akses utama dari Surabaya barat ke pusat kota dan sebaliknya sehingga seringkali jalan ini ramai dipadati oleh berbagai jenis kendaraan bermotor. Lalu lalang kendaraan bermotor ini menimbulkan akumulasi emisi CO₂ yang tinggi dan menimbulkan berbagai kerugian baik bagi kesehatan manusia maupun lingkungan. Maka dari itu, studi ini memiliki tujuan untuk merumuskan arahan penyediaan RTH guna menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor di kawasan studi. Setelah dilakukan proses analisa dan pembahasan, adapun kesimpulan dari hasil studi ini adalah;

- a. Berdasarkan survei *traffic counting* pada jam puncak, jumlah LHR di koridor studi adalah 11847 kendaraan pada ruas jalan bagian I dan 10303 kendaraan pada ruas jalan bagian II. Ruas jalan bagian I dan II memiliki panjang masing-masing 1500 m dan 6600 m. Total seluruh ruas jalan yang diteliti adalah 8100 m.
- b. Berdasarkan perhitungan menggunakan *software* Mobilev, jumlah emisi CO₂ total yang dihasilkan oleh kendaraan yang melintasi koridor Tandes-Benowo adalah sebesar 248,00 kg per-jam (pada jam puncaknya).
- c. Berdasarkan perhitungan, dua taman publik eksisting; Taman Cahaya dan Taman Pakal di Koridor Tandes – Benowo mampu menyerap sebesar 39,87 kg CO₂ per jamnya. Terdapat sisa 208,13 kg CO₂ dari kendaraan bermotor yang belum bisa terserap oleh taman eksisting dan maka dari itu diperlukan penambahan RTH baru.

- d. Dari 208,13 kg CO₂ yang belum terserap, dibutuhkan penambahan 1,60 hektar RTH baru di koridor studi. Penambahan direkomendasikan pada lahan-lahan milik Pemerintah Kota Surabaya. Terdapat tiga lahan potensial yang ada di lokasi studi, yaitu; lahan potensial I, lahan potensial II dan median/pulau jalan. Lahan potensial I, diarahkan menjadi hutan kota, lahan potensial II diarahkan menjadi taman kota dan median jalan diarahkan menjadi jalur hijau. Total tutupan vegetasi pada ketiga lahan tersebut adalah 2,95 hektare, sehingga apabila ketiga lahan ini dapat dikembangkan menjadi RTH baru, maka kebutuhan RTH sebesar 1,60 hektare untuk menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor di koridor studi telah terpenuhi.

5.2 Saran

Demi tersusunnya arahan penyediaan RTH yang lebih komprehensif di Koridor Tandes – Benowo, diperlukan beberapa penyempurnaan yang dapat dikembangkan pada penelitian-penelitian di masa mendatang. Berikut di bawah ini merupakan saran untuk studi dan pengembangan RTH yang lebih mendalam di kawasan studi:

- a. Penelitian ini hanya merumuskan arahan penyediaan RTH di Koridor Tandes – Benowo berdasarkan dari emisi CO₂ kendaraan bermotor saja. Maka dari itu, untuk merumuskan arahan RTH yang lebih komprehensif di koridor studi, diperlukan studi lebih lanjut mengenai emisi CO₂ maupun polutan lainnya yang dihasilkan selain dari kendaraan bermotor (misal; permukiman, industri maupun perdagangan).

DAFTAR PUSTAKA

- Banurea, I., Rahmawaty, & Afiffudin, Y. (2012). Analisis Kemampuan Ruang Terbuka Hijau dalam Mereduksi Konsentrasi CO₂ dari Kontribusi Kendaraan Bermotor di Kampus USU Medan. *USU Medan*, 122 - 129.
- Dahlan, E. N. (1992). *Hutan Kota Untuk Pengelolaan dan Peningkatan Kualitas Lingkungan Hidup*. Bogor: Asosiasi Pengusaha Hutan Indonesia.
- Hasibuan, W. (2010). Peranan Beberapa Jenis Pohon Pada Hutan Kota di Kawasan Industri Medan Dalam Mengurangi Hujan Asam. *Universitas Sumatera Utara*.
- Hastuti, I. (2012). *Penyediaan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Nilai Emisi CO₂ di Kawasan Industri Surabaya*. Surabaya: Perencanaan Wilayah dan Kota - ITS.
- IPCC. (2005). *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual*. London, United Kingdom: IPCC WGI Technical Support Unit, Hardley Center, Meteorology Office.
- Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. (1997). Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga - Departemen Pekerjaan Umum.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008 : Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan*. (2008). Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara*. (1999). Jakarta.
- (2002). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 63 Tahun 2002*. Jakarta.

- Purnomohadi, N. (2008, Mei - Juni). Implikasi UU No 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang Terhadap Penyediaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Menuju Kota Ekologis. *Buletin Tata Ruang*.
- Rini, T. S. (2005). Kebijakan Sistem Transportasi Kota Surabaya Dalam Rangka Pengendalian Pencemaran Udara Area Transportasi. *Jurnal Rekayasa Perencanaan Vol. 1 No. 2 Februari*, 13-14.
- S., T. R. (2006). Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau di Kota Pekanbaru. *Institut Pertanian Bogor*.
- Setyono, P., & dkk. (2013). *Panduan Mobilev 3.0*. Solo: Tim Kerja Inventarisasi Emisi.
- Sinulingga, B. (1999). *Pembangunan Kota: Tinjauan Regional*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Tata Cara Perencanaan Teknik Lansekap Jalan Nomor 033/t/bm/1996*. (1996). Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga - Departemen Pekerjaan Umum.
- Tinambunan, R. (2006). Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau di Kota Pekanbaru. *Institut Pertanian Bogor*.
- Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang*. (2007). Jakarta.
- Wicaksono, P., & dkk. (2012). Perhitungan Indeks Standar Pencemar Udara Kota-Kota Besar di Indonesia. *Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Pertanian Bogor*.
- Zongan, & dkk. (2005). Traffic and Urban Air Pollution, the Case of Xi.an City. *P.R. China*.

Biodata Penulis



Penulis dilahirkan di Surabaya pada tanggal 12 Mei 1994. Penulis diterima di Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota – Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2012 melalui jalur SNMPTN tulis. Di Kampus PWK-ITS, penulis terdaftar sebagai mahasiswa, dengan nomor registrasi 3612100035.

Selama di bangku kuliah, penulis aktif pada kegiatan di bidang akademis dan non-akademis. Selain kegiatan belajar di kampus, penulis aktif mengikuti kegiatan pelatihan-pelatihan, seminar, organisasi mahasiswa dan kegiatan kepemudaan lainnya. Penulis merupakan anggota dari Himpunan Mahasiswa Planologi (HMPL-ITS) dan pernah menjabat sebagai Kepala Biro Jurnalistik pada kepengurusan 2014-2015. Penulis juga pernah berpartisipasi sebagai finalis dalam Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional ke-27 (PIMNAS ke-27) di Universitas Diponegoro Semarang. Dalam ajang internasional, penulis pernah berpartisipasi dalam kegiatan pertukaran pelajar ke Negeri Sakura, Jepang; *Jenesys 2.0 8th Batch Urban Engineering and City Planning* pada tahun 2014. Penulis juga pernah berpartisipasi dalam *International Culture Exchange 2014* di Johor, Malaysia yang diadakan oleh Universiti Teknologi Malaysia. Pada tahun 2016, penulis turut berpartisipasi dalam *5th NIDA Summer Camp* yang bertemakan *Sustainable Tourism* dan pada tahun yang sama, penulis juga diberi kesempatan untuk menimba ilmu melalui program *YSEALI Academic Fellowship: Environment Institute* di University of Montana, Amerika Serikat. Selain itu kegiatan-kegiatan tersebut, penulis juga memiliki beberapa pengalaman kerja. Penulis pernah diberi amanah sebagai asisten Laboratorium Pengembangan Wilayah PWK- ITS. Kemudian, penulis juga pernah mengerjakan proyek-proyek penataan ruang seperti misalnya; RTRW dan RDTRK baik yang ada di dalam maupun luar Kota Surabaya.